
R·H·FRANCÉ
BIOS
DIE GESETZE
DER
WELT
STUTTGART-HEILBRONN
WALTER SEIFERT VERLAG

JOST



BIOS
DIE GESETZE DER WELT



RAOUL H. FRANCÉ

BIOS
DIE GESETZE DER WELT

ZWEITER BAND
MIT 139 ABBILDUNGEN UND TAFELN
ZWEITE AUFLAGE



1 * 9 * 2 * 3
WALTER SEIFERT VERLAG, STUTTGART-HEILBRONN

Druck- und Bindearbeit von Otto Weber, Heilbronn a. N.

INHALTSVERZEICHNIS ZU BAND II

Das Funktionsgesetz

Das Erleben als Weltenschöpfer — Definition der Funktionen — Das Gesetz von der Erhaltung der Energie — Die Hauptsätze der Wärmelehre — Der Entropiesatz — Besonderheiten des Erlebens — Die Funktionsformen — Funktionelle Anpassung als Welterscheinung — Die Trägheitsfunktion — Die Gravitationsgesetze — Die Basis der Newton'schen Mechanik — Die Kugel als optimale Massenform — Bewegung als Funktion — Morphologie der Funktionen — Die periodischen Funktionen — Die Sinusfunktion als häufigstes Erlebnis — Das Wellenphänomen als Universalphänomen — Die Wellengesetze — Die Meereswellen — Der Golfstrom — Die Transgressionen — Die Brandung — Die Wellen der Luft — Die Gesetze des Klimas — Winde und Depressionen — Meteorologie als Mechanik der Luft — Die Gesetze der Paläoklimatologie — Die Klimamigration — Die Erscheinungen der Winderosion — Die Gesetze des Schalles — Das menschliche Gehörorgan — Musik als Mechanik der Seelenfähigkeiten — Musikalische Harmonie als Verwirklichung des Weltgesetzes — Kompositionen als höchste Form von Philosophie — Die Lichtwellen — Licht als elektromagnetischer Vorgang — Die Maxwell'sche Wellentheorie — Lichtäther oder Lichtquanten — Die Schwingungen der Elektronen — Das elektrische Grundgesetz der Welt — Elektrostatik — Allgemeingültigkeit der Wellenlehre — Magnetismus als Eigenschaft aller Körper — Der Erdmagnetismus — Die Röntgenstrahlen — Die radioaktiven Strahlen und die Atomzersprengung — Die Wärmestrahlen und ihre Gesetze — Das Integrationsgesetz in der Wellenlehre — Periodizität als Weltphänomen in Natur und Geistesleben — Die Katalysatoren — Der chemische Prozeß als Variation atomärer Rhythmen — Chemische Qualitäten als Funktionen — Die Variation der Funktionen als Regler des Weltbildes — Die Erscheinungen als Funktionsformen — Funktionsformen als technische Formen — Die technischen Formen des Bios — Das Gesetz der funktionellen Anpassung — Die mechanische Teleologie — Das Seelische als Funktion — Begründung der Biotechnik — Denken als Gehirnfunktion — Zivilisation als Funktion des Menschen — Technik als Funktion — Die Organe der Zelle als biotechnische Werkzeuge — Die biotechnischen Formen des Protoplasmas — Metabolischer Bau des Plasmas — Funktionsformen der Zellen — Die Gesetze der organischen Formbildung — Die physiologischen Gesetze als biotechnische Gesetze — Die Gesetze des Stoffwechsels — Die Verdauungsorgane — Technische Formen der Organe — Die Selbstregulation der biotechnischen Vorbilder — Die Photosynthese der Pflanze als biotechnische Leistung — Die Gesetze der menschlichen Erfindungen — Die Erfindung als Anwendung des Funktionsgesetzes — Biotechnik der Atmung und Fortpflanzung — Lamarckismus als Funktionslehre — Das Verständnis der organischen Funktionsformen — Erklärung der Mimikry — Konvergenz aller technischen Leistungen — Die Kultur- und Kunstgeschichte der Tier- und Pflanzenwelt — Biotechnik des Anorganischen — Die biotechnischen Lösungen sind optimale Lösungen — Die Sinnesfunktionen des Menschen als Einrichtungen zur Weltselektion — Die seelischen Leistungen als Biotechnik der Orientierung — Mechanische Unerklärbarkeit des Lebens — Die Ursache der Weltteleologie bleibt unklar — Die psychischen Gesetze des Ichs zwingen zur Biologisierung der Welt —

Prinzipielle Möglichkeit einer objektiven Metaphysik — Der Zweck der Denkfunktion ist richtige Einstellung in der Zoësis — Daher relativistischer Charakter alles Erkennens — Denken schafft nur „Mechanismen“ mit biologischen Gesetzen — Daher Ablehnung des absoluten Mechanismus (Materialismus) — Objektive Philosophie als Weltanschauung des geistigen Gesetzes, das sich im Leben kundgibt — Der Sinn des Funktionsgesetzes ist funktionsgesetzmäßige Gestaltung unseres Handelns zur reibungslosen Eingliederung in den Bios — Anmerkungen und Zusätze.

Das Erleben spiegelt sich in unserem Bewußtsein, als ob uns eine Welt umgäbe, die als ein ungeheuerlicher und verwickelter Stufenbau von sehr verschiedenen Singulationen erscheint. Das ist das Ergebnis der Untersuchungen, die an Hand der gegenwärtigen Naturerkenntnis, geleitet von einer biozentrischen Erkenntnismethode, im ersten Band dieses Werkes dargestellt wurden.

Es gibt nicht viele Kategorien dieser Seinsstufen, wenn man nur die wesentlichen unter ihnen betrachtet. Etwa sechzehn davon haben wir unterschieden. Diese waren: das Quantum, das Elektron, Atom und Molekül, die geformte Materie in ihren Ausprägungen als Kristall, Zelle und Zellengemeinschaft verschiedenster Art und als Organismenstaat. Dann die Weltkörper, Sonnensysteme, die Fixsternsysteme, der Kosmos, die Vorstellungen, Ideen, Werke und der Bios als das Gesamtsystem der Erlebnisse. Umso größer war die Mannigfaltigkeit, in der das Sein auf jeder dieser Stufen aufblüht. Aber ließ man sich nicht von ihr verwirren, so erhielt man jede wünschenswerte Sicherheit darüber, daß *zwischen diesen Seinsformen stets wiederkehrende, ganz bestimmte Beziehungen herrschen.* Die eine dieser Beziehungen war, daß sich eine Zuordnung aufstellen läßt, in der sich die Stufen in solcher Reihenfolge anordnen, daß jede von ihnen die gesamten vor ihr genannten in einer Vielheit in sich schließt, ihnen also übergeordnet ist. Die zweite war, daß jede Stufe durch besondere, nur ihr zukommende Eigenschaften ausgezeichnet ist, die den untergeordneten Stufen nicht zukommen. Wir drückten das so aus, daß den Integrationsstufen auch spezifische Eigenschaften zukommen. Und ein Vergleich dieser Eigenschaften zeigte, daß auch sie eine Stufenfolge ergeben, die allerdings nicht so lückenlos zu verfolgen ist wie die der Singulationen, die aber schon in der Teilreihe: Gestalt, Personalität, Leben, Bewußtsein, Dauer (Harmonie) die Vermutung wecken, daß auch sie zwar nicht den Stufen unter ihnen eignen, dagegen insgesamt denen über ihnen, daß also die oben gefundene Überordnung auch in den Integrationseigenschaften besteht. Das war der wesentliche Inhalt des *Integrationsgesetzes.*

Damit war zugleich festgestellt, daß in unserem Erleben kein Sein ohne Eigenschaften sei, oder noch allgemeiner ausgedrückt, *daß allem Seienden gesetzmäßig Zuordnungen eignen.* Diesen sehr farblosen Satz kennt die Analysis schon seit sehr langem und hat ihn in der Funktionenlehre auf die Form gebracht, wonach sie, wenn man im Zahlenkontinuum einer Zahl x

eine zweite Zahl y nach irgendeinem beliebigen Gesetz zuordnet, dieses y als eine *Funktion* von x bezeichnet wird $[y = f(x)]$.

Mit anderen Worten: *Alles, was in unserem Erleben ein Sein besitzt, besitzt es nur durch seine Funktionen. Unter Funktionen versteht man hiebei die gesetzmäßige Beziehung zwischen Größen, Gebilden oder Vorgängen.* Noch einfacher ausgedrückt: Zwischen den Singula bestehen stets wiederkehrende Verbindungen oder *Gesetze.* Das Sein ist Gesetzen unterworfen. Diese Formulierung hat den Vorteil, daß sie es auffällig sichtbar macht, wie diese Verbindungen nur zweierlei sein können. Entweder sie ändern den Charakter der ruhenden Singulation in der Richtung auf „Anderswerden“, oder sie führen „andersgewordene“ Singulationen wieder zu ihrem Ruhestand zurück. Beide Änderungen zusammen beschreiben eine aneinander knüpfende und ineinander greifende Bewegung, die zum ruhenden Sein zurückleitet. Funktion bedeutet demnach eine Störung des Seins oder deren Wiederbehebung durch einen Ausgleichsvorgang. Und so entsteht aus der „Welt“ der „Weltprozeß“, der erhalten wird durch Ausgleichsvorgänge, die hiemit als das wahre Wesen aller Funktionen erkannt werden. *Der Weltprozeß scheint demnach das Mittel zu sein, durch das die Welt auf allen ihren Integrationsstufen im Sein beharren kann.* Durch ihn überwindet sie die Störungen und erreicht wieder den Dauerzustand.

Die Funktionen werden stets zu Bewegungen führen, wenn eine Bedingung des ruhenden Seins nicht erfüllt ist. Und das ist die Harmonie der wechselseitigen Funktionen. Wie das vorzustellen sei, mag durch ein Beispiel besser erläutert werden, als durch abstrakte Sätze. Nach dem uns bereits bekannten Gesetz von *Gay-Lussac* ist das Volumen der Gase eine Funktion ihrer Temperatur. Das heißt, der gesetzmäßige Zusammenhang ist so eingerichtet, daß im Gas sofort Bewegungen, ein Auseinanderstieben der Moleküle erfolgen muß, wenn die Temperatur steigt. An sich ist der Satz ja eine ziemlich überflüssige Feststellung, da Wärme (Temperatur = ein Wärmegrad) nur ein Sammelwort für einen Bewegungsgrad der Moleküle ist, der Satz demnach eigentlich lautet, das Auseinanderfliegen der Gasmoleküle hängt vom Auseinanderfliegen der Moleküle an sich ab. Aber in dem geringen Inhalt, der übrig bleibt, ist immerhin ausgedrückt, daß in diesem Fall die Funktion keine Bewegung auslöst, wenn eine andere Ursache, z. B. ein entsprechender Druck die Ausdehnung des Gases hindert. Dieser Druck muß sich mit der Temperatur ausgleichen; diese beiden müssen zueinander in einem harmonischen Verhältnis stehen, dann bleibt zwar die Funktionsbeziehung zwischen Gas und Temperatur erhalten, doch es erfolgt keine Änderung. *Funktionen, die einander widerstreben, sich aber im Gleichgewicht erhalten, sind auf diese Weise mit einem dauernden Zustand vereinbar.* In einem derartig konstruierten Dauerzustand befindet sich nun die Welt. Ihre Dauer beruht nicht auf absoluter Funktionslosigkeit, sondern auf der Harmonie. Ihr „Sein“ ist schon durch seine Mannigfaltigkeit stän-

1*

dig zahllosen Störungen ausgesetzt; darum besteht es in zahllosen durch und gegen einander wirkenden Funktionen und Bewegungen, die ununterbrochen einreißen und wieder aufbauen, Entwicklung um Entwicklung auf jeder der Integrationsstufen auslösen und nur dort in das starre System ruhender Funktionen übergehen, wo sie sich im Gleichgewicht halten, das heißt, zu einer Harmonie gelangt sind. *Würde die Welt auf allen ihren Stufen zur Harmonie gelangen, dann wäre der Weltprozeß aus.*

Das sind Sätze von einer fundamentalen, alles erschütternden, in unser tiefstes Sein, Verstehen und Verhalten hineingreifenden Bedeutung. Gelänge es, sie zu erweisen, so wäre damit einer der brennenden Wünsche alles Denkens erfüllt: ein einheitliches Verstehen des Weltprozesses wäre erreicht. Wer würde sich da nicht gerne der Arbeit unterziehen, diesen Beweis wenigstens zu versuchen? An diese Arbeit soll hier nun, durch eine Untersuchung der Funktionen auf den verschiedenen Daseinsstufen gegangen werden, um so vor allem die Gesetze des Funktionierens zu ergründen.

*

Von der höchsten Daseinsstufe, nämlich dem Kosmos, gibt es nun in der Naturlehre eine allgemein anerkannte und in ihren Folgen unschätzbare Anschauung, die besagt: der Kosmos befindet sich tatsächlich in jenem harmonischen Gleichgewicht der Funktionen, die seine Unvergänglichkeit garantiert, worauf wir schon bei der Untersuchung der Integrationserscheinungen gestoßen sind (vgl. Bd. I S. 81). Diese Ansicht kursiert allgemein unter der Bezeichnung: *das Gesetz von der Erhaltung der Energie.* Es will eigentlich besagen, daß eine Bewegungsfunktion die andere bedingt, jede in die andere übergehen kann, so daß alle zusammen einen Kreislauf ohne Ende darstellen. Dieses Gesetz knüpft sich bekanntlich an den Namen des Heilbronner Arztes *Robert Mayer*, von dessen Auftreten her tatsächlich die gesamte moderne Physik datiert. Es ist sehr merkwürdig, daß die Menschheit darauf bis zum Jahre 1842 gewartet hat, in dem Mayers erste Schrift erschien, da doch schon jeder bei der Arbeit heiß gewordene Bohrer oder Hobel, ja das urprimitive Feuermachen durch Reiben von Hölzern ihr die Grundtatsache des Gesetzes vor Augen geführt hat.

Diese Grundtatsache ist, daß durch *Arbeit**) Wärmemengen entstehen. Da nun alles, was aus Arbeit entsteht, *Energie* genannt wird, ist auch die Wärme als eine Energie durch diese Terminologie miterfaßt. Und das

---

*) Der Begriff der Arbeit geht auf den der lebendigen Kraft zurück. Lebendige Kraft eines bewegten Körpers (ohne Bewegung keine Arbeit) heißt die halbe Masse des Körpers multipliziert mit dem Quadrat seiner Geschwindigkeit. Diese lebendige Kraft ist gleich der Arbeit der Kraft.

hat *Mayer* erkannt, dessen Satz lautete: *Mechanische Arbeit, kinetische (= Bewegungs-)Energie, potentielle Energie und Wärmemengen sind nur Energieformen und können ineinander verwandelt werden.*

Von da aus wurde rasch weiter gebaut. Das *mechanische Wärmeäquivalent,* eine der großen Konstanten der Natur, steht, wenn auch unsichtbar, über den Türen aller Ingenieurbureaus aufgeschrieben, denn von ihm gehen alle Rechnungen der modernen Industrie aus. Diese Formel lautet:

$$J = 4{,}1861 \cdot 10^7 \frac{\text{Erg.}}{\text{cal.}}$$ [7]

Sie ist in ihrer Hieroglyphik der Schlüssel zu der gesamten Energiewirtschaft der Völker von heute, von der allerdings der weit über Völkern und Zivilisationen stehende Denker kalt und unbeirrbar im Angesicht des Weltengeistes sagen muß, sie sei derzeit das größte Hindernis, um die Menschheit auf den Weg zur Harmonie zu führen. Der wahre Sinn dieser Formel ist, daß das mechanische Wärmeäquivalent beliebig in Licht, Elektrizität, mechanische Wirkungen, magnetische Erscheinungen verwandelt und aus ihnen auch zurückgewonnen werden kann. Seit dieser Formel, die sich in der Elektrotechnik, bei der Schaffung aller Wärmekraftmaschinen, bei der Ausnutzung der Wasserkräfte, kurz im gesamten industriellen Leben bewährt hat, hat sich die Überzeugung festgesetzt, daß es Lichtenergie, elektrische Energie, mechanische Energie usw. gibt, kurz, daß das Treibende bei allen Vorgängen in der Welt die Energie sei, die in einem unbeschreiblich vielfältigen Kreislauf durch die ganze Welt proteusgleich strömt, sich niemals mindern noch mehren, sondern so wie die Materie nur ihre Formen ändern kann.

In dieser Fassung, als *Erhaltung der Energie* ist der Satz allerdings erst von *Helmholtz* formuliert, und daher datiert erst von ihm die allgemeine Überzeugung, daß *auch das Leben sich dem allgemeinen energetischen Kreislauf, einem der großartigsten von sämtlichen in der Natur sich abspielenden Kreisläufen, einfügt,* zum mindesten in der Form, daß die Nahrung durch ihre chemische Energie den Körper zur Arbeit befähigt, gleich wie die in den Kohlen gespeicherte Wärme durch die Dampfmaschine in die Form mechanischer Energien verwandelt wird.

Von da ab datiert aber auch der unglückliche Vergleich des Organismus mit einer Maschine, die Wiedererweckung des *Lamettrie*'schen „l'homme machine" erbärmlichen Angedenkens, der eine ganze Naturforschergeneration geradezu blind gemacht hat. Die davon Geblendeten haben immer wieder übersehen, daß es im Menschen als Integrationseigenschaft auch eine Energie gibt (die seelische oder, wenn man will, die *Nervenenergie*), die sich dem Gesetz des energetischen Kreislaufes nicht fügt. Man kann Willen und Vorstellung nicht in Elektrizität verwandeln und Kohle nun einmal nicht in Gedanken. Wenn *Ostwald* in seiner Naturphilosophie meint, der Tag werde kommen, an dem sich auch die Verwandlung der Nervenenergie in

die übrigen Energieformen vollziehen lassen werde, so drückt er damit nur einen frommen Wunsch aus, von dessen Verwirklichung man weit entfernt ist. Würde es gelingen, dann wäre allerdings seine *Energetik* gerechtfertigt, die insofern eine große Denkökonomie bedeutet, als sie an Stelle der üblichen drei Kategorien: Materie, Energie und Psyche nur mehr die Energie als einziges Prinzip in die Erklärungen einführen würde.

Weil aber die Energetik der Vorstellungen sich nicht in die der Außenwelt überführen läßt, erschien das Welträtsel absolut unlöslich. Darum ist auch *Wissenschaft* in ihrem letzten und höchsten Sinn schlechterdings unmöglich und muß sich darauf beschränken, relative Wahrheiten zu finden, die nur orientierende, nicht aber absolute und erklärende Bedeutung haben[2]) Deshalb kann es für einen nicht voreingenommenen Kopf nur eine objektive Philosophie geben, die von dem Wahn geheilt ist, „Wahrheiten" finden zu können, sich vielmehr mit allem Können und Streben darauf wirft, die Beziehungen der zwei Welten: der inneren und der äußeren Energetik, wenn man es so nennen darf, festzustellen, um das Denken und das daraus folgende Handeln in Einklang mit den Gesetzen der Außenwelt, der Objektenwelt zu bringen, damit Reibung und somit Zerreibung vermieden werde.

Dieses Verhalten ist ermöglicht, weil es sich herausgestellt hat, daß die Relationen der Innenwelt den gleichen Gesetzen unterworfen sind, wie die der physikalischen Energien. Die zeitgenössische Philosophie will das seit *G. Th. Fechner* mit dem Satze vom *psychophysischen Parallelismus* ausdrücken. Im Weltbilde der objektiven Philosophie ist dieser Parallelismus, richtiger gesagt: *die Gemeingültigkeit der Weltgesetze für Natur und Kultur* eine logische Notwendigkeit, die sie ebenso wie den absoluten und universellen Relativismus gefordert hätte, wäre sie heute noch nicht entdeckt. Denn es ist ihr methodologische Voraussetzung, daß für den *Teil* die Gesetze gelten müssen, die der ganzen Seinsstufe eignen, in die er gehört. Die Besonderheit der menschlichen „Seelenenergie" (um die Sache mit dem Ausdruck *Ostwalds* zu bezeichnen), liegt unter anderem eben darin, daß sie nicht unmittelbar, sondern erst durch die Vermittlung*) des teleologischen Geschehens wieder in die rein physikalischen Energien übergeht. Diese Besonderheit (eine zweite ist das Bewußtsein bei bestimmter Integrationsart und Höhe) ist eine Integrationseigenschaft, so wie das Leben eine solche ist, oder das Zonengesetz eine solche für die Kristalle, ohne daß deswegen die übrigen physikalischen Gesetze für die Denkenden, die Lebenden oder die Kristalle aufgehoben wären. Die gleiche Forderung nach Einheit und

---

*) Mittelbar lassen sich ja die psychischen Energien in Licht, Wärme, Bewegung umwandeln. Jede unserer Handlungen zeigt das. Nur die Methode ist eine andere als in der Technik der Physiker. Die Umwandlung geschieht nach teleologischem Gesetz, zielstrebig *(teloklin)* und regulatorisch, eben als menschliche (organische) „Handlung" mit Hilfe von Werkzeugen, und darum ist der Organismus keine Maschine.

Einklang der inneren und äußeren Energetik und damit die objektive Philosophie würde übrigens auch dann gelten, wenn die psychischen Kräfte in mechanische Leistungen übergeführt werden könnten, wie das in wachsendem Maße die okkultistische Forschungsrichtung behauptet.

Unsere geistige Welt bleibt daher, wenn sie auch nur eine Besonderheit des Erlebens ist, den allgemeinen Weltgesetzen, damit auch den Gesetzen der Funktionen und der Weltmechanik unterworfen, denn sie ist ein Teil der Welt und ihr untergeordnet. So gilt denn logischer- und damit notwendigerweise auch für sie der erste Hauptsatz der *mechanischen Wärmetheorie (Konstanz der Energie),* der da lautet, daß der ganze Betrag der Energie eines abgeschlossenen Systems trotz aller Verwandlungen derselbe bleibt. Es wird eine Aufgabe der objektiven Kulturwissenschaft sein, die Gültigkeit dieses Satzes, sowie die restlose Verwandlung der geistigen Energien ineinander zu erweisen; heute ist diese Aufgabe noch nicht einmal in Angriff genommen.

Vollständig durchgeführt ist sie dagegen auf dem Gebiet der physikalischen Energien, wobei es sich herausgestellt hat, daß diese Umwandlungsprozesse nicht absolut umkehrbar (reversibel) sind. Es ist zwar praktisch möglich, durch mechanische Arbeit, z. B. also Reiben, eine bestimmte Arbeitsmenge restlos in Wärme zu verwandeln, nicht aber diese in gleichem Maße wieder mechanisch nutzbar zu machen. Mit anderen Worten, *es sind nicht alle Formen von Energie gleichwertig.* Ein krasses Beispiel für diesen bedauerlichen Tatbestand bieten die *Dampfmaschinen,* denn sie versetzen uns ja in die ungünstige Lage, aus Wärme Bewegungsenergie gewinnen zu müssen. Ihr Nutzeffekt ist stets nur von der Temperatur des Kesseldampfes und des Kondensators abhängig, wobei die Wärme des letzteren ungenutzt bleibt, ganz unabhängig davon, wie vollkommen oder unvollkommen die Konstruktion der Maschine ist. Durch keine Verbesserung daran läßt sich dieses Manko einbringen. Die unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Maschinentechnik drücken diesen sogenannten *Nutzeffekt* nun noch mehr herab. Der maximale Nutzeffekt einer Dampfmaschine beträgt denn auch nur etwas über 27 Prozent, das heißt, nur ein Viertel der aufgenommenen Wärme wird wirklich in Arbeit verwandelt. Drei Viertel der aufgewandten Wärme gehen in den Kondensator über; sie können von dort aus zwar wieder nutzbar gemacht werden, aber wieder nur mit einem Verlust, so daß auch im günstigsten Fall ein Defizit bleibt. Diese ungünstige Sachlage drückt sich auch darin aus, daß wohl Wärme von selbst und allenthalben von höherer Temperatur in niedere übergeht, niemals aber umgekehrt. Es entsteht durch alle diese Prozesse eine stets wachsende Menge von geringwertiger Energie, eine Zerstreuung, eine Größe im Naturhaushalt, die stets wächst und von der Wärmetheorie als *Entropie* bezeichnet wird.

Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre sagt hierüber, *daß bei allen Prozessen die Entropie des an dem Prozeß beteiligten Systems wächst.* Das ist

der berüchtigte, von uns schon gestreifte *Clausius*'sche Satz vom *Wärmetod des Universums* (vgl. Bd. I S. 52). In der Form, wie man sich ihn vorstellte, bedeutet er eine einseitige Richtung des Weltprozesses, ein Streben nach einem Ende, das sich als Umwandlung der gesamten Weltenergie in einen definitiven und allgemeinen Ausgleich kundgibt, wodurch alles Geschehen aufhört. Man hat hieraus einen *entropischen Gottesbeweis* gemacht, denn, so sagte man, ein Weltprozeß, der ein Ende haben kann, muß auch einen Anfang gehabt haben. Da aber die zur Ruhe gekommene Molekularbewegung sich nicht von selbst neuerdings bewegt, muß eine außerweltliche Ursache stets von Zeit zu Zeit den Anstoß gegeben haben.

Dieser Entropiegedanke hat die ganze Generation seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts beunruhigt und die gesamte Philosophie, so weit sie die Naturerkenntnis überhaupt in den Kreis ihres Denkens zog, zu pessimistischen Folgerungen verleitet. Es ging daher wie ein Aufatmen durch die wissenschaftliche Welt, als der berühmte Wiener Physiker *Boltzmann* seine *„statistische Theorie"* der Mechanik entwickelte und darin dem düsteren Entropiesatz auf folgende Weise die Zähne auszubrechen suchte. Nach ihm ist der zweite Satz der Thermodynamik kein Gesetz, sondern nur ein Wahrscheinlichkeitssatz. Tatsächlich wird die Entropie nach den Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung festgestellt, und ihr Satz lautet in strenger Formulierung eigentlich so, *daß Anhaltspunkte vorhanden seien, wonach jedes System seinem wahrscheinlichsten Bestande zustrebe.*[3]) Sein berühmt gewordenes *„H-Theorem"* brachte den Entropiesatz wieder in Einklang mit der Mechanik. Es war allerdings damit der Weg beschritten, der bei der Untersuchung der Wärmestrahlung auf absolut schwarze Körper auf die in Band I, S. 52 beschriebene Weise geradewegs zu den Aufstellungen der *Quantentheorie* führte. Und ein Widerspruch blieb auch dadurch bestehen, daß, von den Anschauungen *Poincaré's* ausgehend, *Zermelo* zeigen konnte, daß sich in allen energetischen Vorgängen Periodizität kundgebe, *mit anderem Ausdruck, daß entweder die Entropie zurecht besteht oder alle Zustände periodisch wiederkehren.*

Von anderer Seite *(Sv. Arrhenius)* wurde die Frage allerdings anders, kühner und bestechender „erledigt". Es wurde einfach zugegeben, daß sich alle Energie ständig verschlechtere. Jawohl — so sagte man — aber nur in unserem Sonnensystem. Von der Sonne stammt alle Energie, die wir kennen (man beachte, daß die geistige inbegriffen ist). Sie, die jedem Quadratzentimeter der Erdoberfläche in der Minute drei Grammkalorien liefert, also ein Energiequantum, zu dessen Herstellung auf jedem Quadratmeter eine Maschine von 43 Pferdekräften aufgestellt sein müßte, sie ist die Urheberin von Elektrizität, Licht, Wärme und jeder Art von Bewegung und Leben in einer wundervollen Verkettung der Prozesse, die allerdings zu einer steten Verschlechterung dieser uns geschenkten Energie führen. Diese „latent gewordene Wärme" strahlt wohl in den eisigen Weltraum

hinaus, wird von seinem dunklen Abgrund verschluckt und scheint für immer verloren zu sein. Das sei aber nur trügerischer Schein; in Wirklichkeit wird draußen im Fixsternsystem in der Region der *kalten* Nebel auch die deklassierte und zerstreute Wärmeenergie aufgefangen und wieder verbessert. Denn diese dunklen Nebel beginnen nach und nach zu glühen und verwandeln sich in neue Sonnen. Man sieht sowohl dunkle, wie glühende Nebel am Himmel, und dazu sei diese die Gemüter so beunruhigende Wärmeausstrahlung einfach nötig — sonst würde die durch die Sonnenwärme ununterbrochen angereicherte Temperatur der Erde bis zur Unerträglichkeit, nämlich zur vollendeten Sonnenhaftigkeit, steigen. Die Dampfmaschine ist darin gewissermaßen nur die biotechnische Kopie der Erde. Denn auch diese leistet Arbeit nach dem Prinzip der Dampfmaschine, weil sie Wärme aufnimmt, sie in allerlei andere Energien verwandelt und dann das nicht Ausgenützte an Wärme an den Weltraum abgibt, der gewissermaßen den Kondensator darstellt. Allerdings fügt diese Anschauung, als ob sie ihren Argumenten selbst nicht ganz traue, noch zur Sicherheit hinzu, daß das gefürchtete Maximum der Entropie doch niemals erreicht werden könne, sonst wäre es ja schon längst eingetreten.

Im Licht der biozentrischen Erkenntnis sieht sich das Entropieproblem ganz anders an. Vor allem erblickt man ganz andere, viel tiefere Beziehungen zwischen den Begriffen Wärme und Leben als gemeinhin. Wärme bedeutet doch in diesem Sinne einen disharmonischen Zustand der Vorstellungswelt, nämlich Bewegung und stete Zustandsänderungen. Das aber gerade war es, was die Physik mit jeder gewünschten Deutlichkeit bestätigte. Wärme ist Bewegung, „Revolution der Materie"; nicht umsonst kann man die Zerstörung eines ruhigen, ausgeglichenen Zustandes als ein „Aufflammen" bezeichnen, und nicht zufällig nennt man einen disharmonischen Menschen einen Hitzkopf. Leben aber ist ebenfalls stete Bewegung, ein niemals stillstehendes Aufbauen und Zerfallen, ein Wechselspiel gegeneinander wirkender Kräfte, ein „Kampf der Teile" und wie die gebräuchlichen Bestimmungen für den Lebenszustand sonst noch lauten. Da ist der Zusammenhang jetzt sehr durchsichtig, warum die Lebendigen Temperaturwesen sind und Leben so eng an die Wärme gebunden ist. Die Beobachtung von keimenden *Samen* im Lenz hält jedem darüber ein Privatissimum von eindringlichster Sprache, wenn nicht schon seine eigene Empfindlichkeit für die leisesten Temperaturschwankungen ihn über diese Zusammenhänge aufgeklärt hätte. Es ist nicht übertriebene Gewissenhaftigkeit, sondern bittere Notwendigkeit, die den Arzt zwingt, an dem Fieberkranken bei Temperaturen über 40° sogar die Zehntelgrade der Bluttemperatur zu beobachten. Ohne Wärme käme das Leben zu seinem Ausgleich, der Tod heißt. Wärme, und zwar nicht nur die äußere, sondern auch die in Kalorien verwandelte Nahrung verlängert die Lebensprozesse immer wieder und hindert sie an dem Ausgleich, nach dem sie gerichtet sind. Das Leben ist

wie eine Uhr, die fortwährend stehen bleiben will, und die immer nur durch Stöße dazu gebracht wird, wieder einige Zeit das Räderwerk zu drehen. Eine solche Uhr ist die „Weltmaschine“ selbst. Wir nehmen in der Wärme und ihren Konsequenzen, nämlich im Weltprozeß, nicht die Urheber dieser Störungen, nicht einmal die Uhr selbst, sondern nur die steten Veränderungen der Teile wahr, so wie eine dunkle Sonne erst dann merkbar wird, wenn sie „Störungen“ im Gang der Gestirne ausübt oder ihren Ruhezustand verläßt und zu strahlen beginnt. *Wir erleben nicht die Welt, sondern nur die Relationen des Weltprozesses,* nennen die stattfindenden Störungen Wärme und die aus ihr hervorgehenden Energieformen Materie, Leben, empfinden sie als Innenleben, machen uns aus der Vielheit dieser Erlebnisse ein „Weltsystem“ zurecht und haben uns mächtig gewundert, ja wir sind von heimlichem Grauen durchrieselt worden, als einer eines Tages die bei dieser Sachlage gar nicht verwunderliche Tatsache entdeckte, daß allen diesen Vorgängen eine „Richtung“ nach der gegenseitigen harmonischen Bindung (Entropie genannt) innewohnt.[4])

Man möge dabei aber keinen Widerspruch darin sehen, daß die Harmonie hier scheinbar zwei verschiedene Deutungen erfahren hat. Das eine Mal (vgl. S. 4) wurde sie doch als die Grundlage des Gesetzes von der Erhaltung der Energie bezeichnet, als Harmonie der Funktionen; das andere Mal erschien nun Harmonie als der Dauerzustand absoluter Ruhe. Beides ist durchaus möglich, da Harmonie ja nicht die Konstatierung eines Systems bestimmter Teile, sondern ein Schema von Beziehungen beliebiger Faktoren darstellt. *Harmonie ist weder von Bewegung noch von Ruhe abhängig, sondern regelt nur die internen Verhältnisse komplexer Systeme im Sinne von Dauerhaftigkeit.* Harmonie ist ein zoëtischer Begriff: wir müssen das, was uns dauerhaft vorkommt, unter dem Gesichtspunkt der Harmonie durchordnen. Ein System harmonischer Funktionen ist im ganzen nun weit mehr Störungen ausgesetzt und leichter zerstörbar, also durchaus labiler als ein solches von ruhenden Teilen; *das eine ist die Harmonie des Weltprozesses, das andere die der Welt.* Da der Prozeß das Werden ist, das nach dem Sein strebt, wird durch diesen Gedankengang dies von den Physikern im Geschehen konstatierte *„Gerichtetsein“* verständlich, und darum war es auch gerechtfertigt, zu sagen, aus der Tatsache der Harmonie selbst ergebe sich bereits die Entropie. Die weniger gesicherten Formen harmonischer Zustände werden abgelöst von absolut gesicherten, das ist die „Richtung“, in der sich der Weltengang zu bewegen scheint, und der Wechsel der Funktionsformen tendiert zur Befreiung von der Funktionsform.

Der an dieser Stelle sich aufdrängende Begriff der Funktionsform ist der nächste, der einer Erörterung bedarf, da er an sich weder durch den Begriff der Funktion noch den der Energie oder der Entropie verständlich ist. Überdenkt man die Art, in der sich gesetzmäßige Beziehungen zwischen

zwei Größen abspielen können, so wird man finden, *daß das Bestehen einer Funktion überhaupt nur durch die Form, beziehungsweise die Eigenschaften erkannt werden kann, die diese Größen unter dem Einfluß ihres Funktionierens annehmen.* Daher sieht sich auch die Mathematik genötigt, in ihrer Symbolik der Funktion ein besonderes Symbol zu verleihen, das von ihr als eine *Variable* erkannt ist. In der Formel $y = f(x)$ ist y die Funktion, zugleich die Variable, die abgeänderte Form von x. Oder wenn das ganze Verhältnis graphisch dargestellt wird durch ein Koordinatensystem, dann bildet die Funktion darin eine jeweils verschieden verlaufende Kurve.[5])

Es ist also nicht anzuzweifeln, daß *jede Funktion gesetzmäßig ihre von der Funktion abhängige Funktionsform nach sich zieht.* Es ist demnach zu untersuchen und auch an sich sehr interessant, mit welchen Funktionsformen sich unser Erleben begegnet. Diese Untersuchung ist sogar eine Notwendigkeit, will man über die Funktionen Klarheit erlangen, da die Formen ja die einzige für uns verständliche Sprache sind, in der die Funktionen zu uns sprechen. Nur aus den Formen kann man die Kräfte des Seins erschließen, sie allein gewähren Aufschluß über die Veränderungen im Weltbild.

Bevor man sich dieser Arbeit hingibt, soll aber unzweideutig festgestellt sein, *daß durchgängig an dem Begriff der Funktion selbst auch der der funktionsbedingten variablen Form hängt, daß demnach funktionelle Anpassung keineswegs bloß eine den Organismen zukommende, sondern in unserem ganzen Weltbild wiederkehrende Erscheinung ist.* Das bewundernswerte Lebenswerk von *Wilhelm Roux,* nämlich die Begründung der funktionellen Anpassung, hat daher eine weit umfassendere Bedeutung, als es ihrem Urheber selbst scheinen wollte, und es wird über das Forschungsfeld der *Biotechnik* hinaus noch zahlreiche Kräfte auf dem ganzen weiten Gebiet der Weltforschung in Bewegung setzen, wenn erst einmal die wahre Bedeutung der Funktionsform allgemein begriffen sein wird.

Die einfachste Form von Funktion bieten die Erscheinungen, welche von dem Vorhandensein von Massen abhängen, die sich wechselseitig beeinflussen. Die Masse macht sich als Beeinflussung ihrer Umgebung nach außen als *Gravitation,* an ihr selbst aber als *Trägheit* bemerkbar. Es ist demnach auch wohl kein Zufall, daß in der gesamten modernen Physik gerade diese zwei elementaren Erscheinungen zuerst die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich gezogen haben.

Bekanntlich hat *Galilei* nach einer artigen Legende an den Schwingungen einer Ampel im Dom zu Pisa zuerst die Erscheinungen der *Schwerkraft* erkannt, die heute als Spezialfall der *Newton*'schen Attraktion nach den Arbeiten von *Kepler* und *Newton* die Grundlage der noch geltenden Himmelsmechanik bildet. Ihr Kernsatz lautet, wie ja jedem Schüler gelehrt wird: *Die Planeten bewegen sich unter der Herrschaft der von der*

Sonne ausgehenden Gravitation. Diese hat die Richtung Planet-Sonne und ist durch folgende zwei Eigenschaften bestimmt: Sie ist dem Produkt der Massen von Sonne und Planet direkt proportional und dem Quadrat ihres Abstandes umgekehrt proportional. Vom Himmel aus wurde das Gesetz zu der Formel verallgemeinert, daß alle Massen in der Welt sich mit einer Kraft anziehen, die den obigen zwei Gesetzen gehorcht.

Das ist das Newton'sche Gravitationsgesetz, durch das die Bewegungen aller Massenteilchen erfaßt werden konnten, weshalb sich auf ihm die gesamte moderne Physik aufbaut. Von diesem Boden aus wurde das *Trägheitsprinzip* erkannt, das mit der Gravitation zusammen die Basis der gesamten *Newton'schen Mechanik* ist, die jetzt durch die Relativitätsanschauung abgelöst wird. *Jeder Körper verharrt in Ruhe oder gleichförmiger Geschwindigkeit auf gerader Bahn, solange er nicht durch Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand der Ruhe oder gleichförmigen Bewegung zu ändern. (Erstes Newton'sches Prinzip.) Die Kräfte aber, die auf andere einwirken, werden gemessen durch das Produkt aus der Masse des Körpers und der Beschleunigung, die er unter dem Einfluß der Kraft erhält. Sie wirkt immer in derjenigen Richtung, welche die Beschleunigung hat. (Zweites Newton'sches Prinzip.)*

Es sind also an die Masse, die Bewegung (des Fallens), die Kraft jene Formen geknüpft, in denen sich am elementarsten Funktionen äußern, und eine Untersuchung des Funktionsgesetzes hat an sie anzuknüpfen. Unverkennbar sieht man da als erstes, daß allem Seienden, wenn es die Funktionen von Massigkeit, Bewegung oder Kraft ausübt, dadurch allein schon tiefe Spuren aufgeprägt werden. Eine umfangreiche Untersuchung für sich, eine ganze vielbändige Wissenschaft über das Formproblem müßte hier an Stelle dieser wenigen Sätze stehen, wollte man den Gegenstand auch nur in seinen wichtigsten Umrissen aufzeigen; die Menschheit, welche durch die Bedürfnisse des Lebens so bitter darauf angewiesen ist, die Eigenschaften der Welt zu durchschauen, um sie zu Schutz und Arbeit in den Dienst des Lebens zu stellen, wird auf die Dauer nicht daran vorübergehen können, alle Funktionsformen des Seins so genau kennen zu lernen, wie sie einen kleinen Teil von ihnen, nämlich die Funktionsformen der Maschinen, schon heute mit befriedigender Genauigkeit beobachtet und durchgerechnet hat. Sie wird die objektive Philosophie einst dafür segnen und ihr Monumente errichten dafür, daß sie den Menschen Augen eingesetzt hat, um hier zu sehen, und sicherlich wird diese praktisch-technische Anwendung ihrer Denkungsart das Erste sein, was man von ihr annehmen, und was jeder von ihr auch begreifen wird.

In einem Werke aber, das unverrückt das Weltganze im Auge hat, darf dieser angesichts seiner Aufgabe geringfügigen praktischen Arbeit nur ein kurzer Abschnitt gewidmet sein, und so muß ich mich denn auf Beispiele beschränken dort, wo ein Archiv zu öffnen wäre.

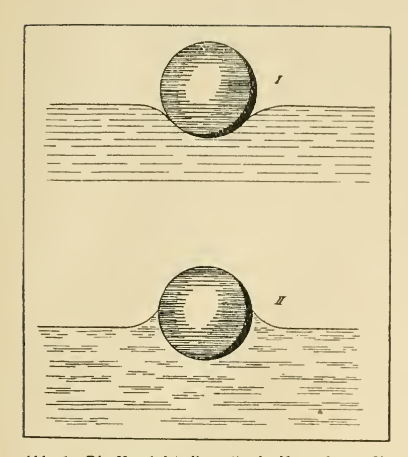


Abb. 1. Die Kugel ist die optimale Massenform. Sie sinkt in Wasser (I) tiefer ein als es ihrem Gewicht entspricht; auf Quecksilber (II) erfährt sie eine Hebung. Die Ursache liegt in der verschiedenen Oberflächenspannung und ihren Randwirkungen. Die Erscheinung beweist die Teleologie der Molekularkräfte; die Oberflächenspannung ist von den jeweiligen Verhältnissen abhängig.

So möge denn darauf nur hingewiesen sein, daß alle ruhenden Systeme die Eigenschaft der Massigkeit in der Form der *Kugel* verwirklichen, welche die elementarste Funktionsform zu sein scheint. Es ist deshalb auch ein anerkannter Denkzwang, sich alle ruhenden „Masseteilchen“ vor Einwirkung von Kräften auf sie, beziehungsweise im harmonischen Gleichgewicht der Kräfte als Kugeln vorzustellen. Das gilt heute von den Elektronen, wie es vordem von den *Atomen* und *Molekülen*, den Tropfen, Körnern und Granula galt und noch für das Weltsystem als Ganzes zutrifft. *Die Kugel ist die optimale Funktionsform**) *des Zustandes „Masse“, wenn er in Ruhe oder gleichmäßig harmonisch Kräften unterworfen ist.* Die Trägheit der Masse ist es, welche diese optimale Form von Raumerfüllung bewirkt, und es bleibt nun eine Untersuchung für sich, warum auch der *äquipotentiellen Systeme* gerade diese Grundform des Seins annehmen. Ist doch die Kugel auch die Urform des *Protoplasten,* beziehungsweise der Zelle im ruhenden Zustand. Kugelform nimmt die Zelle sowohl als *Eizelle* an, wie auch die ruhenden Amöben, die Ruhezustände der Einzeller *(Cysten),* die Grundformen der Algen überhaupt kugelig sind.

Es spricht vollkommen für die Richtigkeit der Anschauungen der objektiven Denkungsart, daß das *Newton*'sche Trägheitsprinzip für den Begriff Masse in jeder seiner Bedeutungen zutrifft, wofür man sich im kulturellen, sozialen und geistigen Leben die Belege leicht zusammensuchen kann.

---

*) Da die Technik kein anderes Ziel hat, als die optimalen Funktionsformen der Werkzeuge und Maschinenelemente zu finden, habe ich statt dem längeren „optimale Funktionsform“ den Ausdruck „technische Form“ hierfür angewandt, der auch in diesem Werk im gleichen Sinn festgehalten werden soll. Vgl. hierzu mein Essay: Das Problem der technischen Formen (Prometheus 1917). — Auch: Die Form des Erlebens und des Gestaltens (Österreich. Rundschau 1918) und: Die Grundprinzipien der Biotechnik (Technik und Industrie, Zürich 1918).

Dasselbe gilt für den Begriff *Bewegung*, der ebenfalls sowohl in der physischen wie in der Vorstellungswelt dem gleichen Gesetze folgt. Daß eine Bewegung nur durch *Vektoren* ausgedrückt werden kann, deren elementarer Charakter durch Länge, Richtung und Richtungssinn festgelegt wird, hängt mit der Euklidischen Vorstellung vom Raume zusammen; an sich bedeutet Bewegung, deren Form also die *Linie* ist, nichts anderes als die Folge unserer Erkenntnisbeschränktheit, die sich Erlebnisvielheiten hintereinander projizieren muß, um sie vergleichen zu können, und die diese linieare Projektion dann als Bewegung und Geschehen für einen selbständigen Faktor im Weltbilde hält, während sie doch nur „technische Mittel des Erlebens" sind.

Die verschiedenen Arten von Bewegung (gerade, kreisförmige, elliptische, parabolische, beschleunigte, gleichmäßige, harmonische, rhythmische usw.) sind die Formen, in denen sich die *Kräfte* äußern, deren Vorhandensein an nichts als an atomären und molekulären Änderungen erkannt werden kann. Hier breitet sich das unübersehbare Gebiet der *Morphologie der Funktionen* aus, von dem für eine zusammenfassende Betrachtung, die das Ganze überblicken will, nur das Eine wesentlich ist, daß die Gesetze der periodischen Funktionen, der Beschleunigung, der Gleichmäßigkeit, der kreis- und geradlinigen Bewegung, der Wellen usw. für die Relationen der Elemente des Geistigen mit mathematischer Notwendigkeit zutreffen. Diese Erkenntnis ist allgemein, denn in allen menschlichen Verhältnissen bis zur Umgangssprache des Alltags herab wird sie angewendet. Neu ist nur die Einsicht, daß diese absolute Gültigkeit einer einheitlichen Relationslehre weder eine Übertragung des Physikalischen auf das geistige Gebiet ist, noch umgekehrt aus einer Vermenschlichung der Natur entsprang, sondern das Gesetz der Funktion überhaupt ist, nur in den Sprachen der Mathematik, Musik, Mechanik, Soziologie, Logik, Nationalökonomie wiederholt wird. Sein kann sich nicht anders entfalten als in Funktionen, und diese schwingen in jedem Sein nach dem Funktionsgesetz.

Wenn ich hierfür als Beispiel die sogenannte *Sinusfunktion* wähle, so geschieht dies, weil sie im gesamten Erlebnisinhalt in tausend Verwandlungen und Masken vor dem Intellekt tanzt, vielleicht überhaupt das häufigste Erlebnis ist. Die Sinusschwingung, mit tieferem Sinn auch die harmonische Schwingung genannt, ist nichts als eine Bewegungsform, bei der ein Punkt an die gleiche Stelle zurückkehrt, nachdem er mit gleichförmiger Bewegung einen vollständigen Kreis beschrieben hat. Der Punkt vollführt hierbei eine Bewegung, für die man sich auf den Ausdruck Welle geeinigt hat. *In der Welle hat man eine periodische Funktion der Seinsstufen vor sich, die zugleich die einfachste periodische Schwingung ist.* Diese Gesetze der Welt zu studieren aber hat der Menschengeist allen Anlaß, da ihn sozusagen alles Geschehen in Wellen, nämlich in *Rhyth-*

men umbrandet. Jene Entdeckung von *Zermelo* (deren scheinbares Ignorieren vorhin manchen befremdet haben mag), wonach alle Zustände periodische Funktionen des Seins seien und wiederkehren, ein Gedanke, der aus der Philosophie durch die großartige Vision *Nietzsches* von der „*Wiederkehr des Gleichen*" bekannt ist, dieser *Zermelo*'sche Satz macht *das Wellenphänomen überhaupt zur Universalfunktion unserer Vorstellungswelt.*

Ein Stein, der senkrecht ins Wasser eines Weihers fällt (vgl. Abb. 2) ist auch für den Physiker der Ausgangspunkt aller Wellenerkenntnisse. Man beobachtet an den Wasserteilchen besonders leicht, daß sie auf eine solche Verdrängung ihrer Gleichgewichtslage hin eine regelrechte Sinusschwingung ausführen. An einem im Wasser schwimmenden Körnchen sieht man, wie es eine Linie beschreibt, die zuerst ins Wellental hinabführt, dann aber den Wellenberg hinansteigt, um so durch einen richtigen Kreis wieder zu seinem Ausgangspunkt zurückkehren. Der kleine Schwimmer steigt auf und nieder, aber er rückt nicht von der Stelle. Was vor unseren Augen dahinwandert und viele Kreise beschreibt, das ist die Wellenbewegung selbst, die fortschreitet, bis sie am Ufer anprallt. Und nun beginnt das gleiche Spiel in der anderen Richtung, und die rückkehrenden Wellen zerschneiden die langsam ausschwingenden primären Wellen. So entsteht das Geschaukel und Glitzern, das den bewegten See so reizvoll überflirrt. Wir, die wir dem Spiel mit scharf prüfendem Auge folgen, entdecken ab und zu, wie zwei Wellen so zusammenprallen, daß ein Wellenberg ein Wellental ausfüllt, und wie sie sich völlig aufheben und verschwinden. Da haben wir dann die Erscheinung der *Interferenz* erlebt, die jeder Wellenbewegung so wesentlich eignet, daß in allem, was sich in solche tote Lücken unter dem Einfluß zweier Kräfte auflöst, deren vektorielle Eigenschaften gegeneinander gerichtet sind, Wellenbewegung gesucht wird. Setzt man diese Wellenstudien fort, schreitet man von Entdeckung zu Entdeckung. Man findet zunächst, daß das Wasser in *Transversalwellen* schwingt, während im Wellengang des Schalles die Luft geradlinig fortschreitet, keine Berge und Täler hat, dafür Verdichtung und Verdünnung aufweist. Das sind dann *Longitudinalwellen.*

Aber dem Wellengesetz gehorcht jede Energie; aus Wellen der Elektrizität setzt sich auch das Scheinbild der Materie zusammen — die *Wellenbewegung erscheint jetzt als die universale und wichtigste Form der Funktionen.* Ein Phänomen durchschwingt das ganze physische Sein, und, wenn man es auf sein Innerstes prüft, ist es die Kreisbewegung, die sich als *Periodizität* kundgibt. Wunderbar ist diese Erscheinung des Periodischen, die auch aus unserem Herzschlag spricht, in unseren Pulsen klopft, in stummem Zug, von dem die Schule *Freuds* manchen Schleier abgerissen hat, durch das ganze Menschenleben geht, mit 28tägiger Wiederkehr physiologischer Zustände (Menstruation), mit einer großen und kleinen täglichen *Wachstumskurve* bei Pflanzen, als *Mauserung* der Tiere im Ring

der Monate, als Zeitempfinden und Zeitrechnung in unserem Innenleben abgeleitet aus der großen Periodizität am Firmament, als in ewigem Rhythmus daherrauschende Flutwelle und Luftdruckschwankung und als Gleichmaß der Jahreszeiten. Nach Rhythmusgesetzen formt der Künstler den Klang der Worte, nach ihnen tönen die süßen Zauberformeln der Musik. Periodizität und ihr Wellengesetz spricht aus *Ornament* und *Architektur,* aus dem Gang der *Geschichte* und der scheinbaren Regellosigkeit des Verkehrs der Güter und Werte. Wer seine Mechanik voll und ganz beherrscht, der ist auch Herr der *Metrik,* der Musik, der kulturellen Gesetze, so wie er der Herr der natürlichen ist, denn er hat eines der fundamentalsten Gesetze der Welt erkannt.

Wer ist nicht schon ins Innerste erschüttert vor dem donnernden Zerstäuben der Wellenberge gestanden, wer empfand nicht wenigstens für den Augenblick im ahnungsvollen Schauer etwas von dem Pathos der Distanz zwischen Mensch und Natur, wenn Welle um Welle daherrauschte und, wie berechnet, an gleicher Stelle sich aufbäumte als Schaumroß und taktmäßig niederfiel (vgl. die Farbentafel), zurückfließend in hundert kleinen Wellen, die dann im Intervall zwischen zwei hohen Wasserbergen ihr Lichterspiel trieben. In solcher Stunde spricht das Weltgesetz selbst zu den Wissenden, denn was hier in gewaltigen Massen, angetan mit dem Glanz hehrer Naturschönheit, unter Donnertosen und des Windes Rasen einherschreitet, das wiederholt sich bis in die leiseste Schwingung des verborgensten Elektrons tausendfach abgewandelt und doch als das ewig Eine im ganzen Welterleben!

Das Meer entbehrt niemals der Welle. Sogar bei Meeresstille und glücklicher Fahrt merkt ein kundiges Auge die leise Schwankung mächtiger, langer Wellen, der *Dünung,* deren letzte Ursache eigentlich noch entdeckt werden muß. Gerade an diesem „Parademarsch des Meeres“ kann man sich am schnellsten davon überzeugen, daß sich die Wasserteilchen zwar ununterbrochen radförmig drehen, aber nicht von der Stelle rücken, was dem Unkundigen kaum glaublich erscheint. Von da bis zur *„Kalema“*, der enormen Brandung an der afrikanischen Guineaküste, die die höchsten Wellen aufwirft — wenn nicht die 40 m, die man die Wellen am schottländischen Bell-Rock-Leuchtturm aufspringen sah, sie noch übertreffen —, sind zahllose Wellenformen des Meeres beobachtet. Schon auf dem schönen Gemälde von *Eugen Bracht,* dessen vortreffliche Reproduktion diesen Band ziert, sind nicht weniger als fünf Wellenformen zu sehen: die eigentliche Brandungswelle, davor gegen das Ufer zu die geschichteten Rückflußwellen (deren Typus in klassischer Entfaltung in Bd. I auf der farbigen Tafel von *Alf Bachmann* gemalt ist, wo auch das Phänomen der Interferenzerscheinung vom Künstler bewunderungswürdig beobachtet wurde), dann die kleinen Teilwellen in der Zone zwischen den Wellenbergen, viertens die typische überbrechende Welle und ganz draußen eine Art hohler Dünung.



Abb. 2. Die Erscheinungen der Transversalwellen im Wasser. Die ringförmige Ausbreitung der Wellen um ihr Störungszentrum. Interferenzerscheinungen
Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München



Abb. 3. Rundling (Rundhöcker), entstanden durch die scheuernde Wirkung des Eises. Motiv vom Kochelsee in Oberbayern
Originalaufnahme

Im allgemeinen sind freilich bisher Meereswellen mehr mit den Augen der Dichter als der Forscher gesehen worden, denn turmhohe Wellen gibt es auf freier See nicht; die höchste gemessene betrug nur 18 m Höhe, dagegen ihre Länge überraschender Weise von Kamm zu Kamm gemessen an 500 m. Das wird freilich von den *Erdbebenwellen* des Ozeans, dem gewaltigsten Wellenphänomen des uns bekannten Universums, weit in den Schatten gestellt. Sie, die wiederholt mehrfach die Erde umkreist haben, sind in diesem Sinn 900 km lang, und ihre Bewegung rast in der *Sekunde* 150—200 m vorwärts, wodurch sich ihre fürchterliche Zerstörungskraft erklärt. Bei Stürmen, die auch mehr poetisch als richtig beschrieben worden sind, übersteigt die Schnelligkeit der Wellenfortpflanzung nicht 28 m in der Sekunde.

Gerade an dem Phänomen der Meereswellen, dessen Betrachtung unerschöpflichen Genuß gewährt, glaubt man am ehesten unmittelbare Gewißheit zu erlangen, daß alle Wellen durch das Zusammenwirken einer großen Zahl elementarer Wellen zustande kommen *(Huygens*'sches *Prinzip)*, und kehrt damit zum Ausgangspunkt dieser Beobachtungen, zur *Theorie* der Wellen zurück, die auch in der exaktesten Formulierung nicht anders lautet als: *Wellen entstehen, wenn durch eine Kraft das Gleichgewicht eines Punktes gestört wird, sich eine neue Gleichgewichtslage sucht und dann nach Aufhebung der Kraft wieder zurückwandert.* (Schwingung.)

Es ist wieder der Ausgangspunkt unserer Analyse erreicht, wenn im Verfolg dieser Definition die Mathematik die Schwingung (= Welle) als einen zeitlich räumlich periodischen Vorgang bezeichnet und das in die Formel kleidet: p = *die periodische Funktion von* t.

Der Einklang zwischen der Auffassung vom Weltprozeß als einem Ausgleichvorgang zur Behebung von Störungen, welche die objektive Philosophie verkündet, und der modernen Physik ist also ein vollständiger. Von diesen einfachsten Wellen bis zu den letzten Konsequenzen der Wellentheorie ist allerdings der Weg ein ungeheurer.

Schon in der, wenn ich so mich ausdrücken darf, zweitgröbsten Manifestation der Wellengesetze, nämlich in den Meeresströmungen und Luftwellen, welche durch die Temperaturstörungen der Atmosphäre als *Winde* und *Depressionen* ausgelöst werden, verwickelt sich die Erscheinung in zunehmendem Maße. Die Oberflächenwellen reichen im Meer nicht tief hinab. Schon in 30—33 m Tiefe ist das Wasser ruhiger, in 200 m vollkommen ruhig, mag auch oben der Wind, der die schmalen Kämme der Wellen schneller entführt als deren breite Basis, einen donnernden Zusammensturz nach dem anderen verursachen. Trotzdem ist das Wasser auch in der Tiefe nicht unbeweglich, sondern stets findet, wenn auch oft sehr langsam, eine ununterbrochene doppelte Wellenbewegung statt. Infolge des Gesetzes, daß kaltes Wasser schwerer ist als warmes, sinken in den Polarbreiten ständig von der durch starke Fröste abgekühlten Ober-

fläche breite Wassermassen in die Tiefe, und Oberflächen-Ströme verwandeln sich in *Tiefenströmungen.* Solches ist in größtem Maßstab der Fall an den Küsten von Neu-Fundland, wo der aus der Baffinbai hervordringende *Labradorstrom* mit nullgrädigem Wasser in die Tiefe sinkt und von da allmählich an den Ostküsten der Vereinigten Staaten bis zum mexikanischen Golf fließt, wo sich das Wasser wie in einer ungeheuren Warmwasserheizung bis auf 25° erhitzt und aufsteigt, allerdings auch wieder abströmt. Als sogenannter *Golfstrom* oder Atlantischer Strom, das große Triebrad aller *Meeresströmungen,* fießt das warme Wasser durch die Straße von Florida, oberflächlich zuerst nach Norden (Floridastrom), wendet dann nach Osten, teilt sich: ein Arm fließt zwischen den azorischen Inseln und Spanien zurück, der andere bespült mit lauem Wasser von durchschnittlich 10° die englische und norwegische Küste, um sich einesteils an den isländischen Vulkanen, an der *Treibeisgrenze,* wieder mit den kalten Wassern des *Ostgrönlandstromes* zu vereinigen, anderenteils immer mehr abkühlend bis Spitzbergen und Nowaja-Semlja vorzudringen, wo dann alles in kaltem Wasser stockt. So stellte man sich das Phänomen bis zu der Zeit vor, da man bemerkte, daß die mexikanischen Wasser nicht unmittelbar nach Europa gelangen, sondern, daß aus dem Antlantik ein aufgelöster und mehrfach verzweigter Strom vergleichsweise warmen Wassers zu uns hereinströmt, der z. B. in Hoofden, wie die Seeleute die südliche Nordsee nennen, praktisch genommen aufhört. Er ist es, der als Irmingerstrom Islands Küsten eisfrei hält und sogar Spitzbergens Klima mildert. Von Jahr zu Jahr ändern sich diese Verhältnisse etwas und haben offenbar ihren Einfluß auf den europäischen Winter (auch auf die Fischereierträgnisse.*)

Mit anderen Worten: die Verhältnisse haben sich als weit komplizierter erwiesen, als man anfangs dachte, aber das Gesetz, das wir dahinter sehen, ist dennoch nicht durchbrochen. Diese atlantische Trift, die freilich nicht das wärmste Wasser enthält (dieses findet sich mit 34,5° im persischen Golf, mit 32° im Roten Meer), hat allein die europäische Kultur ermöglicht, denn sie verändert und bestimmt unser Klima dermaßen, daß es durchschnittlich um 5° wärmer ist, als ihm der geographischen Lage nach gebührte. Sie allein bestimmt den klimatischen Charakter Westeuropas durch das warme und regenreiche „Westwetter" und bewahrt so weite Länder vor steppenartiger Austrocknung. Was sie für Europa bedeutet, sind dem Japaner der warme Strom des *Kuro-Schio,* dem Südamerikaner die *brasilianische* Trift, der Menschheit überhaupt die fünf großen Ellipsen, in denen auf der Erdkugel die Wasser mit etwa zwei Meter Geschwin-

---

*) Im besonderen scheint der atlantische Hauptstrom aber jeweils im Herbst einen Höhepunkt seiner Entfaltung zu erreichen. (Nansen.)

digkeit in der Sekunde dahintreiben. Ein solches gesetzmäßiges System der Zirkulation greift tief in die Ökonomie der Erde ein.

Gerade der Golfstrom, der daraufhin eingehend studiert ist, kann dem objektiven Philosophen als einer der wertvollsten Beweise für seine Behauptungen dienen, daß alle Vorgänge der Welt im Dienste eines Ausgleiches stehen. Dieser 37—640 km breite Wasserkreislauf, der zusammen 90 Milliarden Tonnen bewegt und bis 320 m Tiefe erreicht, (wo das Meer bei 26,5° Oberflächentemperatur noch immer 15,5° mißt), der (nach *Humboldt)* in zwei Jahren und zehn Monaten einen Umlauf vollendet und dann in der Tiefe Wasser von —2° zurückbringt, ist ein Ausgleichsvorgang allergrößten Stiles. Schon dadurch, daß er, wie auch alle übrigen, stets paarweise auftritt, also gleich den Muskeln im Tierkörper seinen entgegenarbeitenden Antagonisten hat, ist ein genaues Kompensationssystem gewährleistet, das die Niveauunterschiede im Meer so vollkommen ausgleicht, daß der Golfstrom streckenweise sogar deswegen bergauf fließt. Die noch verbleibende Überschußenergie wird in großen Wirbeln, deren berühmtester der norwegische *Malstrom* ist, zerrieben.[6])

An diesem Ausgleichvorgang nehmen selbst die fernsten Faktoren teil. So regelt sich seine Geschwindigkeit nicht nur durch die Winde, sondern auch durch die Rotation der Erde, die z. B. den europäischen wie den japanischen Heizstrom zwingt, bei 40° n. B. nach Osten abzuschwenken und langsamer zu fließen. Sogar der Luftdruck und in einer monatlichen Periode auch der Mond beteiligen sich an seiner Regelung, die dann wieder auf Pflanzen, Tiere und Menschen in einer wunderbaren Verkettung von Gesetzen zurückwirkt.

Die großen Äquatorialströme haben die *Kokospalme* von den Südseegestaden Mittelamerikas bis nach Ceylon verfrachtet und damit eine an dieser wichtigsten aller Tropenpflanzen hängende Kultur. Die Ausbreitung der malayischen Rasse und ihrer Kultur über den polynesischen Archipel hängt gesetzmäßig mit dem Uhrwerk der Ströme zusammen, die auch der Entdeckung Amerikas Vorschub leisteten und bis heute im Verkehr mit Amerika die große Schiffahrtsstraße auch für die Dampfer durch das Gesetz der kleinsten Kraftanwendung festlegen. Noch immer weicht man der schon für die Kolumbusschiffer so peinlichen *Sargassosee* aus, in der die Tange deswegen zusammengetrieben sind, weil sie eine Insel zwischen den zwei Armen der Golftrift darstellt. Dagegen drängen sich Tausende und Abertausende von Schiffen — und das gesamte Aufblühen der Oststädte der Union hängt daran — an der Grenze der Labradorströmmung und des Warmwassers, wo Wale und die unermeßlichen Fischscharen der kühlen Wasser vor der „Flammenbarrière" zurückgescheucht werden und sich ansammeln. Für immer werden also der Golfstrom und seine Gefährten eines der Hauptbeweismittel meiner Weltauffassung bleiben, als Kronzeuge, wie die Ausgleichsvorgänge Mutterschoß aller Prozesse sind.

Neben diesen Oberflächenwellen und Ausgleichsvorgängen im Großen vollführt aber der Ozean als Ganzes noch eine sich in Wellen abspielende Funktion, die mit zu den folgenschwersten Erscheinungen gehört, die sich auf der Erde jemals abgespielt haben. Das ist die *Transgression der Meere,* eine Erscheinung, im bisherigen als Integrationsphänomen der Erdkugel zwar schon kurz gestreift (vgl. Bd. I S. 183), aber noch nicht auf ihre Gesetzmäßigkeit von uns untersucht. Die Vorbedingung dieser Wanderung der Weltmeere ist die lebendige Kraft der Wellen, die sich in der Gegenwirkung an hartem Gestein zu gigantischen Leistungen aufbäumen kann. Unter den vielen felsigen Meeresküsten, an denen ich mir Erfahrung über diese Phänomene erwarb, trug unstreitbar der Steilabfall von *Helgoland* die tiefsten Spuren dieser Arbeit des Ozeanriesen, wenn auch der Felsenrand an der Azurküste, die gelbroten Felsenmauern Korsikas, gegen die wütende Brandung peitschte, die kleinen Inseln an der dalmatinisch-slawischen Küste oder die Riffe, an denen die langen Gischtkämme des Roten Meeres verschäumten, jedes in seiner Art, das Bild gleicher Zerstörungskraft anders aufstellte.

Stets ist die Bedingung der *Brandungswellen* die auch auf unserer farbigen Tafel dargestellte Situation, daß die Wellen auf eine Untiefe aufprallen, wodurch die Unterseite in ihrer Bewegung gehemmt wird und die Wellen brechen. Dadurch wird das Kliff, wie der Seemann die Steilküste nennt, zertrümmert und unterwühlt, indem zunächst eine Hohlkehle ausgearbeitet wird, über der der Fels allmählich einstürzt. Die Trümmer werden weggespült, und nach und nach entsteht eine Brandungsterrasse, aus der nur die härtesten Gesteinstrümmer noch emporstehen. Wunderbare Tore und Höhlen bohrt sich das Wasser, wie sie den Besucher von *Capri* entzücken, abenteuerliche „Pilzfelsen", breite, glatt gescheuerte und zurechtgeschliffene Strandterrassen, vor denen Rollsteine liegen, verraten als Funktionsformen der *Abrasion* noch in späten geologischen Zeiten die Arbeit des Ozeans und geben dadurch der Forschung ein untrügliches Mittel an die Hand, in allen Gebirgen den Weg der *Regressionen,* nämlich das Zurückweichen der Meere festzustellen. Anders an den flachen Küsten. Die Stoßkraft der brandenden Wogen trägt grobe Geschiebe bei den Sturmfluten weit landeinwärts. Man hat Fälle erlebt, in denen viele Zentner schwere Blöcke stundenweit von der Wut des Elementes ins Land gerollt wurden. Der Rückstrom hat dagegen nur wenig Kraft (man betrachte auch daraufhin die farbige Tafel), und so entsteht gesetzmäßig eine Aussiebung, die auch auf *Bachmanns* Meereslandschaft in Band I zur Geltung kommt, und von der sich jeder bei einem Gang über den Flachstrand mit Leichtigkeit überzeugen kann. Dem Meere zunächst liegt der feinste Sand, landeinwärts das gröbste Geröll. So wirft die See rastlos zerriebenes Gesteinsmaterial aus und häuft es an zu Schutt- und Sandbergen, aller Welt als *Dünen* bekannt.

Jeder Flachstrand hinterläßt bei der Regression des Wassers einen Dünen-

gürtel. Und erfolgt sie im Laufe der Jahrtausende Schritt für Schritt, dann kann am Ende einer Epoche ein länderweites Sandhügelgebiet übrig bleiben, wofür die Sahara ein großes, die norddeutsche Tiefebene oder Franken mit ihren sandigen Kiefernwäldern ein kleines Beispiel abgeben.

So verschlingen sich die Folgen der Abrasion zu wunderlichen länderumfassenden Wirkungen. Und da die Wanderung des Meeres von jenem Tage an, seitdem es ein Meer gab, niemals stille stand, ist die ganze Oberfläche der Kontinente eine Hieroglyphenschrift, durch die das Meer tausendfach wiederholt: hier haben meine Wellen das Walten des Funktionsgesetzes verkündet. Im allgemeinen schleift das Meer glatter ab als die denudierenden Kräfte des Festlandes, und die Spuren der Transgressionen sind besser zu erkennen als die der Rückzüge. Da das Meer überall, wo es war, außerdem noch seine Sedimente zurückläßt, ist seine Wellenbewegung auf diese Weise einer der einflußreichsten Faktoren, der das Antlitz der Erde ändert. Das menschliche Wissen hat ein ganz untrügliches Mittel dadurch, die Geschichte der Kontinente und Meere festzustellen (vgl. Bd. I Abb. 96/99). So ist dies eines der wenigen erfreulichen Kapitel der Wissensgeschichte, in dem wenigstens die Relationen einwandfrei und den Zweifeln entrückt sind.

Auf solche Weise ließ sich feststellen, daß der Pazifik seit Anbeginn der Erdgeschichte Meer gewesen ist. An seinen Küsten sind keine nennenswerten Strandterrassen vorhanden. Ganz anders aber alle übrigen Meere. So wie gegenwärtig ganz Europa in dieser Hinsicht in einer großen Erdrevolution begriffen ist, war es von je der Kontinent, der am ausgiebigsten dem Wellenspiel der Meeresbewegungen ausgesetzt gewesen. Ein Blick auf den Versuch (Bd.I Abb.96/99), die Kontinente in vier geologischen Epochen zu rekonstruieren, wird zeigen, daß allerdings auch zwischen Asien und Amerika, zwischen Afrika und Indien sowie Australien große Landbrücken überflutet worden sind, daß auch die sagenhafte *Atlantis* des Plato dem Erdforscher kein ganz inhaltloser Begriff ist, daß aber immer wieder Europa bald nur ein Archipel von im blauen Weltmeer verlorenen Inseln war, bald ein mächtiger und ungefüger, mit kolossalen Gebirgen *(Variskikum)* bedeckter Kontinentblock, gegen den der heutige Erdteil nur schöne Reste bedeutet.

Im dritten Teil meiner „Grundlagen“ (München, Die Lebensgesetze einer Stadt), findet der Leser für die oberbayrische Hochebene und das Alpenland eine genaue Geschichte der Kette der Transgressionen, denen der Münchner Boden ausgesetzt war; hier aber, wo wir nach größeren Zielen blicken, kann ich solchen Detailschilderungen keinen Raum mehr gönnen, nachdem einmal das Gesetz erkannt ist. Nur daran sei erinnert, daß die Wellenbewegung des Meeresganzen, als welche man das Transgressionsphänomen sehr wohl bezeichnen kann, sehr häufig eine regelrechte Schwingung *(Oszillation)* ist, bei der die Rückzüge genau den Vorstößen entsprechen. Solches war auf der nördlichen Halbkugel im Kambrium, Karbon, Dyas und

Trias der Fall. Oder, wie im europäischen Silur, Devon, in der Jura- und Kreidezeit, es erfolgte zuerst ein allgemeines Rückfluten und erst metachron erfolgte dann wieder das Ansteigen der Fluten. Die größte aller solcher Transgressionen in der oberen Kreide, im Cenoman, umfaßte die ganze Welt. Ungeheure Erdräume wurden damals überflutet, sogar uralte Festländer. Aber im Senon trat die Regression ein, und wenn auch noch im Eocän Meereswellen über Nordfrankreich, Belgien und Südengland, über dem ganzen Südeuropa rauschten, wenn auch zur *Zeit der Nummuliten* Nordafrika mit dem unermeßlichen Becken der Sahara überflutet war und Atlas, Himalaya, Alpen und Karpathen nur als flache Inseln aus einem tropischen Meere ragten, so nimmt doch trotz aller Schwankungen die Wasserbedeckung seitdem ab, und *je genauer man Transgression und Regression gegeneinander abwägt, desto vollständiger überzeugt man sich, daß sie dem Wellengesetz entsprechen und das genaue Auspendeln und Ausgleichen einer Störung darstellen, gemäß dem Funktionsgesetz, das sich auch in ihnen verwirklicht.* Und was sich hier im Wasser ereignet und wegen der Schiffahrtsinteressen auf das genaueste erforscht ist[7]), folgt dem gleichen Gesetz im Luftozean. Auch die Atmosphäre erleidet periodische Änderungen, die sich wellenförmig fortpflanzen und zusammen das Funktionieren eines Ausgleichsmechanismus bedeuten, der für die Dauer der Lufthülle sorgt. Aus dieser „Kette der einzelnen Wettertypen“ aber setzt sich das zusammen, was man Klima nennt. Um das in jeder Einzelheit vollständig beweiskräftig zu machen, müßte man einen vollständigen Abriß der *Klimatologie* hier folgen lassen, was aber durch die Forderung nach Harmonie in diesem Werke verwehrt wird.

Jedenfalls aber muß jedermann, der die Gesetze der Welt wirklich kennen will, das eine wissen, daß Klima nichts anderes als die Kette von Witterungen ist und Witterung die jeweilige Ausgleichsphase zwischen den Einflüssen der Temperatur und dadurch von Wind, Luftdruck, Feuchtigkeit und Elektrizität. Mit anderen Worten, das Klima eines Ortes ist die Beschreibung der sich an ihm abspielenden Störungen, die sich in einer Reihe von periodischen Vorgängen vollziehen. Die Temperaturunterschiede sind die alleinige Ursache, warum es ein stets wechselndes *„Wetter“* gibt. Sie sind zunächst gegeben durch die Seinsformen des Weltalls selbst, also geregelt durch das Entitätsgesetz. Schon dadurch, daß die Sonne eine Singulationsform besitzt, ist die Ungleichheit der Erwärmung geschaffen. Wäre die Quelle der Wärmestrahlen nicht individuiert, so gäbe es auf Erden keine Wärmedifferenzen und damit kein „Wetter“, das also zu den Funktionen der Sonne gehört.

Eine weitere Differenzierung schafft die Kugelgestalt der Erde. Sie bedingt durch rein geometrische Verhältnisse, daß, ideal genommen, nur dem engen Äquatorialgürtel ständig das Maximum der Erwärmung zuteil wird. Durch die Kugelkrümmung treffen die Wärmestrahlen unter einem immer ungünstiger werdenden Winkel auf und verteilen sich auf einer ständig sich vergrößern-

den Oberfläche. Durch die schiefe Stellung der Erdachse (vgl. B. I, Abb. 100) ist die Verteilung der Wärmemengen in der jedermann so wohlbekannten Weise geregelt, daß die europäische Zone sich mit einem periodischen Wechsel von Wärmemaximum und Minimum abfinden muß, durch dessen Rhythmus das Jahr in die vier Zeiträume von Frühling, Sommer, Herbst und Winter zerfällt. Diese Temperaturschwankungen aus kosmischer Ursache sind so fein abgewogen, daß kein Tag im Jahr dem anderen völlig gleicht.

Zu diesen Temperaturunterschieden kommt noch der Einfluß der Erdrotation, durch den jeder Punkt der Erde in jeder Minute des Tages einem anderen Grad von Insolation ausgesetzt ist; auch des Nachts bleibt die Temperatur in allen Luftzonen keineswegs unverändert, sondern einem Wechselspiel vieler Faktoren unterworfen.

Durch dieses komplizierte und bewegliche System von Temperaturunterschieden entstehen die *Winde* in allen ihren Abstufungen von der leisesten Luftströmung bis zum tobenden Orkan. Denn die Temperatur entscheidet über die Auflockerung der Luft; das Gewicht einer gleichhohen Luftsäule ist geringer, wenn sie warm ist, als wenn sie kalt ist. Es wird also nahe dem Erdboden bei kalter Temperatur die Luft höhere Barometerstände (hohen Luftdruck) aufweisen, als bei warmer Temperatur. Von den kälteren Orten strömt nun die Luft dem natürlichen Gefälle folgend in die Zone der „aufgelockerten" warmen Atmosphäre. Und diese Bewegung nennt man Wind*). Seine Stärke ist um so größer, je steiler das Gefälle im Luftdruck ist. So wird denn die Erdkugel aus diesen Gründen ständig von Luftbewegungen umkreist, in deren unendlicher Mannigfaltigkeit allerdings leicht gewisse Gesetze erkennbar sind. In den höheren Luftschichten besteht vor allem ein vom Äquator gegen die Pole zu gerichtetes Luftdruckgefälle, der ein gegenteiliger unterer Wind entsprechen muß. In Wirklichkeit aber sind diese Luftströmungen seitlich abgelenkt, da die Erdrotation ihren Einfluß auf die Luftbewegung geltend macht. Infolgedessen hat auf der nördlichen Halbkugel ein Beobachter, der den Wind im Rücken hat, den Ort niedrigen Luftdruckes stets zu seiner Linken. *(Barisches Windgesetz von Buys-Ballot.)* Diese ablenkende Kraft der Erddrehung ist natürlich in der Äquatornähe am stärksten; sie staut dort um 30 Grad Breite sogar die Luftströmung und erzeugt eine Zone der Windstille oder schwachen Winde, die man mit einem leichtverständlichen Ausdruck die *Kalmen,* mit einem kaum erklärbaren die *Roßbreiten* nennt. Der Niederwind, der westwärts dem Äquator zuströmt und ständig die ganze Erde umkreist, heißt, wie jedem Weitgereisten bekannt: der Überfahrtwind, der *Passat,* sein Gegenwind in der Höhe: der *Antipassat.*

---

*) Allerdings verhält sich das in den höheren Schichten der Atmosphäre gerade umgekehrt: die warme Luft strömt dort in die kalten Räume ab, so daß im Ganzen bei Temperaturunterschieden benachbarter Orte eine Zirkulation entsteht, die durch Ausgleich einen mittleren Zustand (Harmonie) ganz nach den Behauptungen unserer Lehre herzustellen trachtet.

So ist ein wunderbarer Ausgleich der Temperaturen über dem Erdball jederzeit tätig als System der Winde, das in seiner Harmonie gleichsam wie ein Abbild der ganzen Welt erscheint. Aber, und auch darin macht es das Weltbild faßbar, wie es sich für die objektive Philosophie spiegelt, in dieser Harmonie niederen Ranges treten ständig Störungen auf. Hier hat man relativ leicht Einblick in ihre Ursachen. Sie entspringen nämlich notwendigerweise den Funktionen des Seins, d. h. schon die Vielgestaltigkeit der die Erde zusammensetzenden Teile, also die Singulation, bedingt die Notwendigkeit eines gegenseitigen Ausgleiches der Funktionen, die von jedem Nachbarteil als Störung seiner Funktion „empfunden" und entsprechend beantwortet wird.

Die Verteilung von Land und Wasser ist z. B. eine der Ursachen dieser Störungen im ständigen Luftausgleich. Kontinente erwärmen sich anders als das kühle Meer, und darum blasen die Passate nur auf dem Ozean regelmäßig. Auch der in der Lage der Erdachse begründete Wechsel der Jahreszeiten ist eine solche Quelle der Störungen, die sich unter anderem darin äußern, daß auf dem asiatischen Kontinent, dieser größten Landmasse der Erde, im Sommer ein höchst ausgedehntes Tiefdruckgebiet entsteht, auf dem im Winter, aus leicht begreiflicher Ursache, entsprechender Hochdruck herrscht. Das Gegenstück dazu befindet sich im Atlantik unter dem Einfluß des uns schon bekannten Golfstromes. Bei Island steht dann, vorab im Winter, ein ständiges Tiefdruckgebiet, eine sogenannte *Depression* oder barometrisches Minimum. Das, sowie die Roßbreiten mit ihrem Maximum sind die Störungs- oder *Aktionszentren* der Atmosphäre, von denen die Witterungsunregelmäßigkeiten ausgehen, die uns unglücklich-glücklichen Westeuropäern so zur Daseinsgewohnheit geworden sind, daß man mit Recht von uns gesagt hat, wir bewohnten ein Land, in dem alle drei Tage ein anderes Wetter herrscht. Andere solche von der Sondergestaltung der Teile der Erde abhängige Funktionsstörungen periodischer Natur sind die *Land-* und *Seewinde*, ebenfalls abhängig vom verschiedenen Grad der Erwärmung, die Festland und Meer erfahren, ferner die *Tal-* und *Bergwinde*, oder das größte Beispiel solcher Zirkulationssysteme, die *Monsune* Südasiens, die nichts anderes, als ein auf ganze Kontinente übertragenes Beispiel von Land- und Seewinden sind.

Alle diese Umstände verwandeln die Witterung in ein höchst verwickeltes System von Luftströmungen verschiedenster Stärke und Richtung, in ein Durcheinander von Wellen, deren Einfluß in jeder menschlichen Tätigkeit, der einfachsten so gut wie der subtilsten, stündlich bemerkbar ist, ohne daß es aber dem Menschengeist gelang, die Mechanik dieses Wellensystemes restlos zu klären und es sich dadurch ebenso dienstbar zu machen wie die Wellen des Lichtes oder der Elektrizität.

Da ist es denn leicht begreiflich, wieso die *Wetterprognose*, eine Vorhersage, die dem Wellenmechaniker auf dem Gebiet der Elektrizität z. B. ohne



Eugen Bracht

Herbsttag an der englischen Südküste

Das Original befindet sich in der Gemäldegalerie zu Dresden



Ausnahme gelingt, noch mit so vielen Unzulänglichkeiten behaftet ist, daß nur etwa 71% der Prognosen Treffer sind, während doch schon ein willkürliches Raten 50% Treffer ergibt. Nur in den allergröbsten Zügen sind die Zusammenhänge geklärt. Man weiß z. B. mit Sicherheit, daß die Luft *diathermisch* ist, d. h. die Wärmestrahlen fast ganz durchläßt, ohne sie zu absorbieren, so daß die gesamte Wärmestrahlung vom Festland unter dem Einfluß der Sonne ausgeht. Darum wird es auch immer kälter, je höher man steigt. Im allgemeinen sinkt nun in trockener Luft die Temperatur für je 100 Meter um einen Grad, und aus diesem Grunde sind auch die hohen Berge mit ewigem Schnee bedeckt.[8]) Demgemäß ist das Klima nicht nur vom Sonneneinfall, sondern auch von der Form der Größe der Kontinente, der Bodenbeschaffenheit und sonst noch vielen Faktoren mitbestimmt. Dadurch erklärt sich, warum die heißesten Orte nicht am Äquator, die kältesten nicht am Pol liegen. Die größte Hitze maß man mit 72 Grad Celsius in der *Sahara,* die größte Kälte jedoch zu *Werchojansk* in Sibirien mit — 69,8 Grad Celsius.

Solchen außerordentlichen Differenzen entsprechen auch Intensitäten der Ausgleichung, welche die Erdoberfläche zuweilen in ein grauenvolles Trümmerfeld verwandeln. Die zehn Windstärken, die man unterscheidet, entsprechen Bewegungsgeschwindigkeiten von 1,5—50,0 Sekundenmeter *(Hann).* Eine solche Bewegung legt 195 km in der Stunde zurück; natürlich müssen dann derartige *Tornados* oder *Tromben* verheerend wirken. Am 29. April 1892 beraubte auf Mauritius ein Sturm von solcher Stärke 25 000 Menschen ihres Obdachs, er tötete an 1500, hob sogar große Schiffe in die Luft und schleuderte sie in die Stadt Port Louis. Die Ursache war ein Druckgefälle, durch das das Barometer in vier Stunden um 38 mm sank. Im allgemeinen kann man sagen, daß eine Senkung der Quecksilbersäule um einen Millimeter einen Wind von 3—5 sec/m Geschwindigkeit zur Folge haben muß.*) Da die größte Barometeränderung zu Mittag erfolgt, so pflegt dann auch bei allen Stürmen das Maximum einzutreten, des Nachts dagegen die geringste Stärke.

Mit den Winden wandert nun auch die Temperatur im Sinne des Ausgleiches. Südwinde, im Winter auch der West, bringen Wärme, im Sommer kühlen auch Westwinde ab. Daher bringen die Winde je nachdem Wolken oder Aufklarung. Durch die Verdunstung, die so verschieden ist, daß in Europa durchschnittlich nur sechs Hektoliter auf einen Quadratmeter kommen, während man in den Tropen das Zehnfache rechnen muß, wird die Luft mit Wasserdampf in Gasform beladen, der sich bei Abkühlung ausscheidet. Bei 0 Grad kann ein Kubikmeter Luft nur 4,4 Gramm Wasser in Gasform aufnehmen, bei 20 Grad aber bereits 7,1 Gramm. Kühlt sich warme Luft auf den Nullpunkt ab, so müssen 3 g in jedem Kubikmeter ausgeschieden werden. Nur dann ist der Ausgleich hergestellt. Das geschieht

*) 15,0 sec/m gelten als Sturm.

durch die Ausscheidung in Tröpfchen, und diese sind im Milliardenverband sichtbar als *Wolke* oder *Regen.*

So bringen die Minima die Winde mit sich, die Winde die Wolken, die Wolken den Regen. Nach dem Regen folgt Sonnenschein. Mit diesem Sprichwort verrät unsere Muttersprache, daß sie sehr wohl die Welttatsache des Ausgleichsvorganges kennt. Die *Niederschläge* erfolgen, wenn der *Taupunkt* überschritten wird, d. h. dann, wenn eine Wolke sich so weit abkühlt, daß sie den über die Sättigung hinausgehenden Wasserdampfvorrat ausscheidet.[9]) Das Hilfsmittel des Regens ist, wie uns schon bekannt, der Staub- und Rußgehalt der Luft. Um diese Kondensationskerne herum bildet sich je nach der Temperatur das Kristallskelett der Schneeflocken (Bd. I, Abb. 31) oder die Singulationsform der Hagelkörner und Regentropfen. So einfach und nüchtern stellt Wissenschaft diesen Vorgang dar, und wie viel farbig wechselvolles, schicksalsreiches Erleben steckt nicht in den Worten Landregen, Regenboe, Wolkenbruch, Unwetter, Schneetreiben, Hagelschlag, denen allen diese gleiche kühle Gesetzlichkeit zugrunde liegt. Wohl malt die Geographie das Bild ihrer Zahlen und Namen noch etwas bunter aus, wenn sie uns das Kapitel der Niederschläge aufschlägt: vor allem das dürre trostlose Bild der Wüsten, wo es nicht jedes Jahr regnet. Ich war in Afrika an Orten, wo mir Europäer seufzend sagten: das Unerträglichste ihres Schicksals sei der Mangel an Regen. Seit 13 Jahren warteten sie darauf. Von El Kosseïr am Roten Meer ist verzeichnet, daß es dort 110 Jahre lang nicht geregnet hat. Noch wenn die Höhe der Niederschläge eines ganzen Jahres 250 mm übersteigt, ernährt das Land nur dürre Steppe, 1000 mm (z. B. München) sind erst normal. Aber die Monsunregen der Tropen bringen manchmal in einer Woche so viel nieder, und das Kamerungebirge mit 10 Metern Regenhöhe oder das Extrem: Dscherra Pundscha am Südabhang des Himalaya mit 12,5 m ist selbst für den Salzburger und Kreuther (im bayerischen Gebirge) eine unfaßliche Wasserhel, wenngleich es auch in seiner Heimat an 2000 mm Niederschläge gibt und an 178 Tagen im Jahre regnet oder schneit. *) Die Verteilung dieser Niederschläge wird nun durch das große Gesetz der Jahreszeiten und dann durch den Weg der Minimas im Einzelnen geregelt.

So wichtig ist das für den Menschen, daß er viele Institute in allen Ländern geschaffen hat, um die Zugstraßen der Depressionen festzustellen, und in täglich überallhin telegraphierten Karten studieren das täglich Tausende, deren Erwerb und deren Lebenssicherheit auch oft genug von der richtigen Prognose der nächsten vierundzwanzig Stunden abhängt. Im Prinzip handelt es sich dabei in Europa fast immer um die Bahnen, welche die von dem isländischen Zentrum sich fortwährend ablösenden Teilminima einschlagen. Diese Zugstraßen sind nicht vom Zufall, sondern durch ganz bestimmte

---

*) In Deutschland im allgemeinen durchschnittlich an 156 Tagen.

Gesetze vorgeschrieben. Wohl weiß man, daß deren oberstes auch hier die Erdrotation ist, wodurch die Minima westwärts gedrängt und abgelenkt, dadurch in eine wirbelförmige Bewegung gebracht werden. Sie folgen dabei dem Laufe des Golfstromes und wandern im allgemeinen auf zwei Hauptwegen (vgl. Bd. I Abb. 104). Der eine führt über Skandinavien gegen das nördliche Rußland, der andere wandert entlang den Alpen.

Im Gebiet des Minimums, das man mit einem Ausdruck von dichterischer Kraft „das Auge des Sturmes" genannt hat, bilden die Luftwirbel infolge der Erwärmung einen aufsteigenden Luftstrom, wobei die Luft in „zyklonaler Bewegung" (weshalb die Minima in der Wissenschaftssprache auch *Zyklone* genannt werden) gegen den Uhrzeiger strömt. Mit anderen Worten: Alle Nordwinde gehen in Europa allmählich mit dem Vorrücken des Minimums in einen Nordwest über; Ursache davon ist der Erdriese mit seiner Drehung; die Wirkung der Erscheinung ist die Tatsache, daß NW der herrschende Wind Europas ist. Hat uns ein Minimum erreicht, dann dreht der Wind nach Westen, und in dem Maße, als es abzieht, folgen ihm Südwest- und Südwinde, schließlich Ostwinde nach. Die im Minimum emporsteigende Luft kühlt sich so stark ab, daß aus bekannter Ursache eine immer mehr sich verstärkende Bewölkung, schließlich auch Niederschläge eintreten. Ein Minimum bedeutet daher für die alltägliche Erfahrung Schlechtwetter, sein Gegenteil dagegen Aufheiterung, weil dann Luft herabsteigt, durch das Zusammendrücken sich erwärmt und mehr Feuchtigkeit aufnehmen, also Wolken verzehren kann.

Man sieht: *die gesamte Meteorologie ist nichts als die Physik, und zwar die Wellenmechanik der Luft:* Nichts an ihr ist unerklärlich; wenn sie trotzdem noch so viel unbekanntes Land des Wissens in sich schließt, so kommt das nur von der großen Verwicklung der Tatsachen. Alles läuft da in Wellen und Wellchen, die sich kreuzen, bis sich vor diesem Wellenspiel der Funktionen die Sinne verwirren. Denn jede Gewitterwolke bedeutet einen lokalen Zyklon, hat ihren eigenen Wind und alle an ihm haftenden Erscheinungen, jedes Gebirge, das Meer, jeder große See, ja schon jeder Wald macht sich im Bilde durch besonderen Einfluß bemerkbar und muß in eine Rechnung eingestellt werden, die letzten Endes bei der für Menschensinne unfaßbaren Vielgestaltigkeit der Erde unübersichtlich wird. So ereignet es sich in diesem Fall, daß man wohl das Gesetz kennt, aber es praktisch dennoch nicht befriedigend anwenden kann.

Es bereitet ein wunderbares Vergnügen, wenn man so vielerlei und verwirrende Erscheinungen: das Wellenspiel des Meeres, seine Strömungen, das Auftauchen der Länder, das Brausen der Brandung, den geheimen Zug der Wolken, das Pfeifen des Sturmes, die Entstehung der Wüsten, den stillen Wandel der Jahreszeiten auf ein und dieselbe Formel bringen kann. In dem Maße, in dem man die Wellengesetze konsequent auf die Phänomene der Atmosphäre und der *Klimatologie* anwenden wird, wird sich diese Seite des

Welterlebens einfacher und durchsichtiger gestalten und uns mit neuen Erkenntnissen bereichern. Schon jetzt gestattet der uns führende Gedanke z. B. auch in das Chaos der *Paläoklimatologie* einige Ordnung zu bringen. Von ihm hat jedermann wenigstens insofern einiges Wissen, als man von einer, der Geologe sogar von mehreren diluvialen und einer karbonischen, mit Fragezeichen auch von einer kambrischen *Eiszeit* Kenntnis besitzt, zwischen die Perioden mächtiger Erwärmung fallen. Das allgemeine Bild der vergangenen Klimate gestaltet sich (nach *F. Frech*, um eine der geltenden Ansichten als Grundlage zu wählen) etwa in folgender Weise:

Das Klima des Archaikums und der präkambrischen Zeit ist völlig unbekannt.

Im Kambrium herrscht eine Eiszeit.

Silur, Devon und Karbon waren gleichmäßig warm.

Das Dyas hatte wechselndes Klima, teilweise eine Eiszeit.

Trias und Jura besaßen tropisches Klima.

In der Kreide begann eine Abkühlung.

Das Tertiär begann mit einer Wiedererwärmung, der aber wieder Abkühlung folgte.

Diluvium und Gegenwart bedeuten eine jetzt langsam auspendelnde Eiszeit, so daß nach aller Wahrscheinlichkeit die geologische Zukunft wieder durch eine allgemeine Erwärmung ausgezeichnet sein wird.

Wo soll in diesem steten Wechsel nun das Gesetz auffindbar sein, wenn nicht im Wellengesetz, das die Klimatologie auch im Größten genau so beherrscht, so wie es ihr Kleinstes regelt? Mit voller Zuversicht läßt sich von dieser Plattform aus behaupten, daß periodische Eiszeiten und pantropische Zustände vor dem Kambrium genau so da waren, wie sie auch in Zukunft wiederkehren werden, und in dieser Hinsicht findet die Theorie der *Pendulation* (vgl. Bd. I S. 69), welche allein bisher den Rhythmus der Eiszeiten zu erklären vermocht hat, an dieser Wellenlehre eine neue Stütze. *Auch die Klimamigration erscheint demnach dem Wellengesetz unterworfen.*

Es ist sehr artig zuzusehen, wie sich dieses Wellengesetz gewissermaßen in den Funktionsformen von Wasser und Wind automatisch in das Antlitz der Erde eingräbt, und wie es sich auf diese Weise Dauermonumente errichtet. Die Strandterrassen an den Meeresküsten, so gut wie die oft genug auch fossil aufbewahrten *„Rippelmarken"* des Wellenspiels am sandigen Strand, belegen diesen Satz ebenso, wie die zahllosen Denkmäler der *Deflation,* welche allerorten in den Alltag der Menschen hineinragen und in prachtvollen Hieroglyphen das Gesetz der Welle gewissermaßen an allen Wänden eintragen.

Der Unterschied von *Abrasion* (oder *Ingression,* wie ein neuerer besserer Fachausdruck sagt) und *Deflation* (die in neuerer Zeit mit Vorliebe *Winderosion* genannt wird), beruht eigentlich nur auf dem arbeitenden Material; die Funktion bleibt bei beiden die gleiche. Das abradierende



Abb. 4. Erosionsschlucht im Gebirge

Im Gegensatz zu dem U-Profil der Gletschertäler beachte man die V-Gestalt des Tälchens, die Auswaschung des Grundes und die Geröllformen
Originalaufnahme



Abb. 5. Modell eines Gletschers nach A. Heim im Alpinen Museum zu München

Man beachte die Firnmulde, aus der durch Ablation die Gletscher entstehen, mit ihren Kluftsystemen und Seitenmoränen. Im Vordergrund die abgeschliffene Rundhöckerlandschaft aus Zeiten größerer Vereisung. Die Hochberge sind ausgesprochene „Karlinge“ mit zugespitzten Formen



Abb. 6. Gerölle eines Wildbaches im Hochgebirge

Die Steine stellen Funktionsformen in allen Stadien der Vervollkommnung dar. Motiv aus dem Ötztal in Tirol. Originalaufnahme

Meer unterwühlt in Form von Hohlkehlen die Kliffs, wie der deutsche Seemann die Steilküsten englisch benennt, durch Rollsteine, welche klassisch ausgeprägt die Funktionsform des Rollens an sich tragen und in jedem Gebirgsbach im kleinen die großen Erscheinungen an der Meeresküste wiederholen (Abb. 6). Die Ebbe führt dann das aufbereitete Material zurück ins Meer, und so schleift der Wellengang der Tiden mit lebendiger Kraft sauber und glatt die Festlandsstümpfe mit solcher Geschwindigkeit ab, daß man die Ingression an den deutschen Meeresküsten jährlich auf einen Küstensaum von 0,72 m Breite berechnet hat.

Genau nach gleichem Wellengesetz und mit den gleichen Mitteln arbeiten die Luftwellen, vulgo Wind. Was sie leisten, darüber befrage man einen Dombaumeister, oder noch besser, beim Besuch eines der gotischen Münster sehe man sich die zerfressenen, ausgehöhlten, schwindenden und abgeschliffenen Steine in der Höhe selber an. Ich habe manchen Tag mit diesem Studium zugebracht, nicht nur auf dem Straßburger Dom und dem Ulmer Münster und in den Hochgebirgen, sondern dort, wo der klassische Ort dieser Winderosion ist, die das ganze Landschaftsbild zurechtmodelliert, in den morgenländischen Wüsten, namentlich am Sinai. Der Wind verwendet vor allem den Quarzsand als ein Schleifmittel, was ihm der Mensch als biotechnische Imitation nachgemacht hat in den *Sandgebläsen.* Eine kolossale mechanische Kraft wird dadurch entfaltet, der tatsächlich nur der Quarzfels selbst und die verkieselten Kalke widerstehen können. Darum selektiert die Deflation Fels und Berg nach ihrer Härte. So wurden z. B. die beiden sogenannten *versteinerten Wälder bei Kaïro* bloßgelegt, und das wunderliche Landschaftsbild geschaffen, daß verkieselte Baumstämme der Gattung *Nicolia* so frisch und glatt am Boden liegen, als wären sie vor kurzem gefällt, während sie doch in Wahrheit jahrmillionenalt sind und im Tertiär grünten. Auf gleiche Weise arbeitet der Wind mit den aneinander zu „Geröllen" zurechtgeschliffenen Sandkörnchen die ganze „Hammada" (Kieswüste) durch. Dieser Wind, dessen Wellen täglich über das knochenbleiche Land fluten, steigert sich im 40tägigen *Chamsin,* den man in Europa mit einer alten Redeweise *Samum* nennt, dermaßen, daß er selbst große Kiesgerölle in Flug bringt. Ihm gegenüber schützen sich die Kamelbeine durch Schwielen, und oft genug hört man in jenem Lande von Reisenden, die durch die scharfen Gesteinsplitter verletzt und sogar getötet wurden.

Das muß man wissen, um dann die wunderlichen und grotesken Formen der Berge und Felsen in der arabischen Wüste zu verstehen. Tiefe Löcher sind in die Wände eingefressen, in denen Sand wie ein Reibstein arbeitet. Aus der kleinsten Mulde wird bald ein Loch, und Höhlung reiht sich an Höhlung zu wahren Gittern. Tiefe Grotten, ganze Höhlen bilden sich, mächtige Kessel und Pfannen werden zurechtgescheuert, mit denen man allerdings die einst durch Erosion zustande gekommenen, meist blind

endenden Trockentäler *(Wâdis)* nicht verwechseln darf.[10]) Da der Sand und die Gerölle nicht hochfliegen, scheuern sie mit Vorliebe bestimmte Hohlkehlen aus und schleifen so an isolierten Felskuppen allmählich einen dünnen Stiel zurecht, auf dem dann ein ganzer Pilzhut aufsitzt; auf diese Weise entstehen auch die merkwürdigen *Zeugenberge,* welche für das Landschaftsbild der Sahara so überaus kennzeichnend sind.

Immer — und das ist das Gesetz — verwandelt der Wind die ihm widerstrebenden Dinge in Formen, welche seine Bahn erleichtern: er schafft sie um in Funktionsformen. Und sie demonstrieren am harten Fels genau so die Gesetze der Wellen, wie die *Flugsandfelder* der *Erg*, der reinen Sandwüste, wo der Wind den aus der Kieswüste herausgeblasenen Sand und Staub in Walldünen ablagert, deren Longitudinal-Wellen und Rippelung, deren Sichelform vom feinsten bis zum gröbsten zu dem Kundigen spricht wie ein Demonstrationsvortrag über das Gesetz der Wellenbewegung, das sich an diesen Flugdünen gleich denen am Meeresstrande auch insofern bewährt, als sie wirklich wandern. (Vgl. Bd. I Abb. 68.)

Hat man erst einmal das Auge an diesen großartigsten Beispielen von Deflation geschult, so wird man die Hieroglyphik der Luftwellen auch in der Heimat allerorten in leisen Spuren wiederfinden und sei es nur in der Gestalt der Bäume, die eine Antwort auf die Fragen des Windes ist, oder in den *„Dreikantern“* (Windkantern), zurechtgeschliffenen Steinen und Felsen, wie sie besonders in nacheiszeitlichen Moränenfeldern zu sehen sind. Noch deutlicher reden die Berge von diesen Dingen; viele Gipfel sind „Schlifformen“, ihr großartigster Chorführer darin das *Matterhorn,* wohl der größte existierende Dreikanter (Abb. 9). Was hier im Größten erschütternd, auf Äonen hinaus sichtbar und wirkend sich ereignet, das gehorcht immer noch dem gleichen Gesetz, wenn es unsichtbar, in feinsten Wellen, die Luft durchzittert und nur als süßer Klang, als berückende Melodie und ergreifendes Lied zu den Sinnen spricht. Tatsächlich ist Musik und die ganze Welt der Akustik nur eine Anwendung der gleichen Kraft, welche Berge mit mächtiger Hand versetzt und umgestaltet. Die *Akustik,* welche die feinsten Schwingungen der Luftwellen erforscht, macht uns daher im Prinzip mit keinen neuen Naturkräften, sondern nur mit neuen Anwendungen altbekannter Prinzipien bekannt.

Seit langem schon hat man sich gewöhnt, die Wellenbewegungen der Luft als *Schall* zu bezeichnen, wenngleich es nicht immer des Ohres bedarf, um sich von dessen Wellennatur zu überzeugen. In vielen Fällen läßt sich z. B. an einer tönenden Saite schon durch das Tastgefühl erkennen, daß sie Bewegungen und zwar Schwingungen ausführt. Mittels eines artigen, von jedermann leicht auszuführenden Versuches kann man die Art dieser Schwingungen sogar graphisch festhalten. Man braucht dazu nur an der einen Zinke einer Stimmgabel einen federnden Metalldraht anzubringen. Wenn man dann mit dessen Spitze über eine berußte Glasplatte fährt, während die Stimmgabel

angeschlagen wurde und tönt, so zeichnet der Draht die Bewegung der Gabel als regelmäßige Wellenkurve auf. Variiert man den Versuch mit höher gestimmten Gabeln, so kann man sofort feststellen, daß bei höheren Tönen in gleicher Zeit mehr Schwingungen ausgeführt werden. Und mißt man das ganz genau, dann ergibt sich, daß von zwei Stimmgabeln, von denen eine um eine Oktave höher gestimmt ist, also sich verhält wie: g zu g die höhere doppelt so viele Schwingungen ausführt wie die tiefer klingende.

Das Intervall der Oktave entspricht also dem Verhältnis von 2:1 der Schwingungszahlen. Es ist nun nicht durch die Mechanik, sondern durch die Physiologie bestimmt, daß wir von den im Prinzip unendlich vielen möglichen Tönen zwischen dem Intervall 2:1 nur wenige, ganz gewisse bevorzugen. Eigentlich war das der erste Einbruch der Biologie in die Physik, und alles, worauf wir an Hand der Biozentrik jetzt erst gestoßen sind, hätte sich schon zu *Pythagoras'* Zeiten ableiten und feststellen lassen. Denn der Weise von Samos war der Erste, der diese biologische Akustik in die Wissenschaft einführte. Heute sieht man es auch ohne weiteres ein, daß er, indem er diese Akustik zur Grundlage seines gesamten Philosophierens machte, sich dadurch praktisch auf den Boden der Biozentrik stellte und nun notwendigerweise, allein durch richtige Schlußfolgerungen, zur Harmonielehre und dem Harmoniegesetz als oberstem Weltprinzip gelangen mußte, weil ja für das Leben Harmonie tatsächlich das oberste erhaltende Prinzip ist. Insofern ist das, was sich jetzt ereignet: die Schöpfung des Gedankens, dem dieses Werk dient, in gewissem Sinne wirklich nichts als ein Neu-Pythagoraeismus.

Tatsächlich ist diese Einführung des Biologischen in die Akustik ein Gebot der Notwendigkeit, da die Existenz von Tönen auf keinem anderen Wege als auf dem biologischen, nämlich durch die Empfindung festgestellt werden kann. Und sofort stellt sich, wenn man mit dieser Prüfung beginnt, die vom Biologischen unzertrennbare Relativität ein. *Savart* fand, daß der tiefste hörbare Ton durch acht Schwingungen in der Sekunde zustandekomme, der höchste durch 24 000. *Helmholtz,* der ursprünglich Arzt war und auf dem Weg über die Akustik zum Physiker wurde, bestimmte diese Zahlen zu 16 und 38 000. Die Lösung des Widerspruches liegt darin, daß das Empfinden von Mensch zu Mensch verschieden ist. Der eine hört noch nicht, was der andere bereits hört. Wenn es daher noch irgendeines Beweises für den allgemeingültigen Relativismus der Begriffe bedurft hätte, hier wäre er für jedermann handgreiflich zu holen: Es gibt kein absolutes, sondern nur ein relatives Weltbild. Und die Schwierigkeit des Daseins besteht darin, daß wir für die Zoësis eingerichtet sind, mit allem aber stets nach der Extrazoësis fragen, die allein seit dem Ausgang des Altertums für spezifisch menschlich und „menschenwürdig" gilt.

Wenn der Schall nun Wellen der Luft darstellt, dann müssen in den Schall-

erscheinungen auch alle Gesetze der Wellen aufzufinden sein. Schallwellen müssen dann jedenfalls zurückgeworfen werden können, Wellenberge und Wellentäler besitzen, die sich durch Interferenz aufheben; auch müssen sie sich dann in andere Wellenformen der Energie transformieren lassen. Tatsächlich hat die Physik auch alle diese Forderungen erfüllt. Vor allem lernte sie durch die Bemühungen *Chladnis,* den man nicht umsonst den Vater der neueren Akustik nennt, die Schwingungen sichtbar machen, welche tönende Körper, z. B. Stäbe oder Platten ausführen. Der allbekannte, in Ab. 7 dargestellte *Chladnische* Versuch beruht darauf, daß man eine elastische Scheibe mit feinem trockenen Sand bestreut und hierauf mit einem Violinbogen anstreicht. Die Körnchen werden dann von der schwingenden Platte in die Höhe geschleudert, und es zeigen sich Knoten, welche offenbar Ruhestellen bedeuten. Jeder Ton hat seine besondere *Klangfigur* und demonstriert damit, daß die Schallerscheinung wirklich auf Wellen beruht, deren Schwingungsbäuche durch Ruhepunkte, nämlich die Knoten, voneinander getrennt sind.

Die nächstwichtige Analogie mit dem Lichte, nämlich die Reflexion des Schalles, hat schon jedermann erlebt, der nur einmal einem *Echo* lauschte. Berühmte Echos, wie das an den Wasserfällen von Terni, können einen Schall sogar durch wechselseitige Reflexion an 15 mal wiederholen, und Spielereien nach dem Muster des Ohres des Dionysos sind in der Anekdotengeschichte aller Zeiten erzählt worden. Verdichtet man das zum wissenschaftlichen Experiment, so kann man auch den Schall in Hohlspiegeln ebenso auffangen, seine Wellen in einem Punkte vereinigen und dadurch verstärken, wie man das mit dem Licht und den Wärmestrahlen von altersher konnte. Auf der Anwendung dieses Prinzips beruht der Bau der Musikinstrumente ebensogut wie der der Konzertsäle und Theater. Die feinen und gefälligen Rundungen der Geige, des Flügels, der großen Blechinstrumente, die Muschelformen der Zuschauerräume verdanken ihr Entstehen nicht dem Schönheitssinn oder irgendwelchen Moden und können von diesen daher niemals abgeändert werden. Sie sind vielmehr biotechnische d. h. Notwendigkeitsformen optimaler Funktion, die ihr organisches Vorbild in der menschlichen Ohrmuschel (vgl. Abb. 8) als einer prachtvollen Resonanzfläche zur bestmöglichsten Aufnahme von Tönen aller Art besitzen.

Diese Reflexion der Schallwellen, an deren Existenz man nach so vielen Beweisen nicht zweifeln kann, leitet zum Verständnis der ebenfalls vorhandenen *Interferenz.* Die jedem musikalischen Menschen bekannten *Schwebungen* (also ein Anschwellen und eine darauf folgende Abschwächung von Tönen) lassen keine andere Erklärung zu, als daß verschieden geartete Schallwellen sich bald gegenseitig mehr oder minder aufheben oder verstärken, so wie man die Sache an den Wellen des Wassers unmittelbar beobachten kann.[11]) (Vgl. Abb. 2 und die farbige Tafel zu Bd. I.)

Damit aber auch der letzte und alles zusammenfassende Beweis für die Schwingungsnatur des Schalles nicht fehle, so ist *das menschliche Gehör-*



Abb. 7. Die Erscheinungen der Schallwellen
Chladnische Klangfigur, welche auf einer mit Sand bestreuten Platte entsteht, die zum Tönen gebracht wird

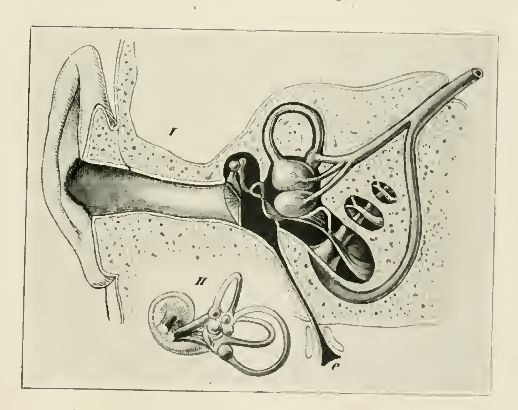


Abb. 8. Das Ohr des Menschen im Längsschnitt
I Vom äußeren Ohr (Ohrmuschel) führt der Gehörgang zum Trommelfell, mit dem in der Paukenhöhle die Gehörknöchelchen in Verbindung stehen. Die Eustachische Röhre (c) führt in den Rachen. Die Gehörknöchelchen sind durch den „Steigbügel" in Verbindung mit der (aufgeschnittenen) Schnecke und dem Labyrinth, an denen sich der Acusticus (Gehörnerv) verästelt. In der Schnecke liegt das Corti'sche Organ. II Das statische Organ des Menschen, mit den Bögen in den drei Richtungen des Raumes, nach deren Verletzung die Raumvorstellung gestört ist. Originalzeichnung



Abb. 9. Die Zeugen des Windschliffes. Das Matterhorn nach dem Gemälde von E. T. Compton

organ nichts anderes als das *biotechnische Vorbild aller Saiteninstrumente,* nämlich selbst ein äußerst fein konstruiertes Saiteninstrument zur Aufnahme von Luftwellen. In unserem Ohr wird durch Resonanz musiziert, und das hören wir. Ein Blick auf Abbildung 8 wird das denen deutlich machen, die mit dem Bau ihres eigenen Körpers nicht genügend vertraut sind. Die schon erwähnte Ohrmuschel ist der Resonanz- und Sammelapparat und ein unbegreiflicherweise technisch noch ganz ungenügend durchgeprüftes System von Reflexionsflächen, von deren Leistungsfähigkeit wir daher nur annähernde Begriffe haben, während man es ganz verabsäumt hat, das vom Leben uns darin vorgelegte Modell irgendwie technisch zu verwerten. Bekanntlich leitet der Gehörgang zu einer in seinem Durchmesser ausgespannten elastischen Membran, dem *Trommelfell,* dessen Schwingungen durch ein kompliziertes System von übertragenden Mechanismen, nämlich den Gehörknöchelchen, auf die Flüssigkeit, die das Labyrinth erfüllt, übertragen werden. In diesem Labyrinth sind an mehreren Stellen Einrichtungen angebracht, welche die verschiedenen Schwingungen als Reiz aufnehmen und dem zu feinsten Fasern zerteilten Hörnerv *(Acusticus)* als Reiz übermitteln. Ganz grobe Geräusche versetzen wohl die winzigen Kristalle von kohlensaurem Kalk *(Ohrsand)* in ein Erzittern und üben damit eine plasmatische Reizung, die man auch den Pflanzen und niederen Tieren, die vielfach solche Hörsteinchen in sich bergen, zumuten kann. Unsere ebenfalls vorhandenen *Gehörsteinchen* werden als Hilfsmittel angesprochen, um die Gehörreize von kürzester Dauer aufzufangen, welche wohl die im sogenannten *Cortischen* Organ ausgespannten Hörnervsaiten gar nicht in Schwingungen versetzen würden. Dieser Corti-Apparat besteht aus etwa 3000 gespannten Hörnervfibrillen, angeschlossen an je eine Membranfaser, von der man annimmt, daß sie für einen bestimmten Ton abgestimmt sei, bei dessen Ertönen sie in das aus der alltäglichen Erfahrung sattsam bekannte „Mitschwingen der Fensterscheiben" gerät. Das eigentliche und feinste Hörorgan ist demnach eigentlich eine dreitausendsaitige Harfe. Die Saiteninstrumente sind unbewußte biotechnische Kopien des Ohres, der menschliche Erfindungsgeist wiederholte in ihnen den Menschenleib.

Hier geht dem Denkenden auch das Verständnis für die *Helmholtz*'schen Entdeckungen auf, warum Konsonanz und Dissonanz, die ganze Welt der Tonkunst nicht von der mathematisch absolutistischen Physik, sondern von der relativistisch-biologischen Psychophysik gelenkt wird. Ton ist Empfindung; aus seinen Schwingungen trifft die Empfindung eine biozentrisch brauchbare Auswahl, und sie bestimmt die erlaubten „wohlklingenden" Verknüpfungen, sie lehnt die unbrauchbaren Dissonanzen ab, wobei sie der allgemeinen Veränderlichkeit der menschlichen Seele folgt.

Musik ist demnach nicht die Mechanik der Schwingungen, sondern die der Seelenfähigkeiten. Sie folgt nicht absoluten physikalischen, sondern relativistischen, also psychologischen Gesetzen. Musik ist daher vor allem

eine biologische, daher bei jedem Volk und zu allen Zeiten wechselnde Auswahl aus der Summe aller möglichen Geräusche.

Der Unterschied zwischen Geräusch und Klang (Definition des Klanges s. unt.) wird durch die Menschenseele bestimmt. Die zwölf Töne der Oktave:



sind durch unser psychisches Vermögen festgestellt und letzten Endes der Willkür unterworfen. Diese zwölf Töne sind so ausgewählt, daß acht von ihnen Ganztöne und vier Halbtöne sind, von denen der erste und der achte der Ganztöne um eine Oktave differieren, wenn der erste also den Wert eins hat, dann besitzt seine Oktave den Wert zwei. Und die dazwischen liegenden sieben Töne haben dann, da man sie als gleich große Intervalle ausgewählt hat, folgende Werte:

c	d	e	f	g	a	h	c
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

Als Bezeichnungen für diese Intervalle hat man sich längst über die Ausdrücke Sekunde, Terz, Quart, Quint, Sext, Septime und Oktav geeinigt. Diese Auswahl ist es, die schon *Pythagoras* getroffen hat, und schon er hat auch erkannt, daß nur diese Terzen, Quinten usw. unserem Ohre genehm und wahrnehmbar sind, wenn mehrere Töne zusammen erklingen. Nur sie sind harmonisch.

Wenn eine Saite klingt, so ist der Ton mit der kleinsten Schwingungszahl, den sie gibt, ihr *Grundton.* Sie vollführt aber hierbei stets komplizierte Bewegungen, als deren Folge auch *Obertöne* erklingen, und zwar stellt sich hierbei das Gesetz der multiplen Proportionen insofern ein, als die Schwingungszahlen der erklingenden Obertöne stets das 2-, 3-, 4-, 5-, 6fache des Grundtones sind. Jeder Ton einer schwindenden Saite ist also zusammengesetzt aus einem Grundton und mehreren Obertönen (das nennt man exakt dann Klang).

Wenn man diese Elementartatsachen der Klang- und Harmoniebildung als Funktionen der Luftwellen etwas überdenkt, kommt man zu einem, die Seele bis ins Tiefste aufwühlenden Resultat. Denn nichts anderes wurde hier gesagt als folgendes: *Wir empfinden als harmonisch nur die Verwirklichung des Weltgesetzes der multiplen Proportionen, was doch, wie wir erkannten, zugleich das Quantengesetz oder die Bode-Titius'sche Reihe der Planeten, also der Bau der Welt vom Kleinsten bis ins Größte ist. Möglich und auch befriedigend erscheint unserem Erleben auf musikalischem Ge-*

*) a ist der Kammerton (der Stimmtonkonferenz von 1885) mit 435 Schwingungen.

biet nur ein Verhältnis in der Vielheit der Töne, dessen Mechanik dem Weltgeschehen entspricht, wie es von der objektiven Philosophie durchschaut wurde. Musik ist nichts anderes als angewandte objektive Philosophie. Die Auswahl der musikalischen Töne aus dem Chaos der überhaupt möglichen ist demnach nichts als die Schaffung der Harmonie, in der sie entweder nacheinander oder zusammen erklingen. Oder mit anderen Worten: *auch durch die Musik nimmt die Menschenseele nur ihr eigenes inneres Gesetz wahr, so wie im Weltphänomen überhaupt.* Und *Pythagoras* hatte ganz recht, wenn er Musik die Grundlage aller Bildung nannte und in richtig verstandener Musik den Kern aller Philosophie sah. Die musikalische Harmonie, die Auflösung der Dissonanzen ist wirklich das Abbild der Welt, und das große Gesetz des Erlebens kann in ihr dargestellt werden.

Das musikalische Kunstwerk wird so zum „vollkommenen" Erlebnis, und es steckt ein tiefer Sinn in dem so oft unverständig ausgesprochenen Wunsch: das Leben zum Kunstwerk zu gestalten. Nichts anderes ist damit ausgedrückt, als der Wunsch, daß es harmonisch sei, daß es die Vollkommenheit der Welt erlange. Da haben wir die tiefste Rechtfertigung, die Urkunde und die wahre Deutung der Göttlichkeit der Musik, das innerste Verstehen, warum das *Beethoven-Septett* wirklich vom Weltengrunde spricht mit tiefer Philosophie und Tristans Erzählung von dem Reich, „daraus die Mutter ihn entsandt" wirklich Urtatsachen von Leben und Tod zergliedert. Daher das unerschöpfliche Interesse für Musik, die Sehnsucht nach ihr in der Seele jedes Gebildeten. So endigt dieses Durchdenken der Grundbegriffe der Akustik mit einem neuen Verständnis für die Musik, das allerdings wieder, wenn auch auf höherer Integrationsstufe, zu der ersten pythagoraeischen Wertung des Musikalischen zurückkehrt.

Musik ist — wenn man diesen Ausdruck gebrauchen darf — eine dreidimensionale Geometrie der Wellen, die durch das Ohr perzipiert wird, vor allem ist sie der vollkommene Ausdruck der Weltmechanik. Sie führt alles Geschehen und Erleben auf die ihm adäquate Mechanik von Wellenbewegungen zurück, sie ist also die rhythmisch-melodisch-harmonische Übersetzung (= Sprache) des Weltgeschehens in einer Formel, welche alle seine ausschlaggebenden Merkmale zusammenfaßt. Sie ist daher als „Sprache" des Weltschaffens der Malerei überlegen; die Gebärdensprachen, auch die Lautsprache und das Denken als Abstraktion der Sprache kommen diesem Ziel allerdings schon näher, sind aber noch zu weitmaschig.

Poesie, namentlich rezitierte (alle Poesie wird eigentlich zu diesem Zweck geschrieben) kommt durch ihren rhythmisch-melodiösen Gehalt (Betonung) der Musik schon nahe, gehört daher eigentlich zu ihr, und beide können sich substituieren und steigern, weshalb die Sprache ihr Begrifflich-Feinstes stets auch in Versen gesagt hat. Das ist die Wurzel, warum sich alle Religionen (Veden, Psalmen), auch die Urphilosophie in den Lehrgedichten der Vorsokratiker stets der hymnischen Formen bedienten und *Nietzsche* mit

seinem Zarathustra wieder auf sie zurückgriff.*) Aber erst Musik ist, namentlich in ihrer höchsten symphonischen Form, die intensivste aller Sprachen, das dichteste Netz, um primäre Perzeptionen und Vorstellungen einzufangen. Deshalb ist sie kein Luxus, sondern eine Notwendigkeit, ein Erkenntnishilfsmittel, um das Weltphänomen darstellen und erfassen zu können.

Die letzte und höchste Form, um eine Philosophie wiederzugeben, sollten daher Kompositionen sein, und so wie ich zur Konzeption meiner Werke von *Bach* und *Beethoven, Mozart* und *Bruckner,* von *Enna* und *Marschner* wie *Wagner* Anregungen und Klärungen empfangen habe, wünschte ich, daß der objektiven Philosophie bald ein *Beethoven* erstehen möge, der erst imstande sein wird, das, was hier unvollkommen begonnen ist, zu vollenden und zum Siege zu führen.

Man muß sich aber hierbei vollkommen klar sein, daß trotz dieser Wertschätzung, welche die Musik an die Spitze der wertvollen Erlebnisse stellt, ihr hier keineswegs eine metaphysiche Bedeutung zugesprochen wird. Sie ist dem objektiven Philosophen keineswegs mehr, allerdings auch nicht weniger als die Natur und deren innere Spiegelung, sie ist ein Abbild des Bios. Daher kann sie letzten Endes nichts anderes sein, als die „Biotechnik der Luftwellen". Insofern gibt es auch „objektive Musik". Es sind nämlich die Wellenbewegungen, und da jede Bewegung in Wellen verläuft, also die Bewegungen an sich, Elemente dieser natürlichen Musik, eine Vorstellung, die denen, so von einer *„Sphärenharmonie"* sprachen, innerlich klar sein mußte.

Die Bewegungen, die sich im Walde, am Meer, am Wasserfall, im Sturm, im Angst- oder Lustschrei eines Tieres kundgeben, werden vom Menschen entsprechend seiner reicheren seelischen Sprache in der Musik nur komplizierter nachgeahmt, weshalb sich denn diese rhythmischen und melodischen Elemente des Herzklopfens, des rollenden Donners, des Sturmesheulens, der plätschernden Wellen, der Liebeswallung und des erstarrenden Schmerzes aus dem Musikalischen niemals haben verbannen lassen, auf einer gewissen Integrationsstufe (man denke an den Walkürenritt, an die Hebridenouvertüre von *Mendelssohn,* an gewisse Sätze der Pastoralsymphonie oder der *Haydn*'schen Jahreszeiten) sogar ihr Eigentliches ausmachen.

So hat sich der Menschengeist ein wunderbares Abbild der Weltgesetze erschaffen in der Musik, deren wahre Leistungen nicht hinter uns liegen, sondern erst noch kommen werden, und nirgends ist er so zur objektiven Philosophie vorbereitet und erzogen worden, wie in der Mechanik der Luftwellen, wo es ihm seit Jahrtausenden klar und erstrebenswert ist, daß er der Schöpfer eines Erlebens ist, indem er aus einem Chaos von

*) Dies ist auch die Ursache, warum sich zu der objektiven Philosophie von Beginn ihre eigene Dichtung gesellte, z. B. in dem Versezyklus von *Annie Harrar:* „Ich bin", aus dem Bruchstücke im Jahrgang 1920 der Dresdner Zeitschrift: Der Zwinger, erschienen sind.

Schwingungsmöglichkeiten sich nur jener von 40—4000 Schwingungen in der Sekunde (also sieben Oktaven) bedient, innerhalb deren er durch möglichst einfache Proportionen der Schwingungszahlen nach dem Weltzweck, nämlich nach absoluter Harmonie strebt.[12]) Wenn dieses musikalische Ziel erst einmal die Lebenssphären eine nach der anderen ergreift, dann ist der Mensch auf dem richtigen Wege und wird sein Leben selbst zur Harmonie, damit zum Kunstwerk gestalten und dadurch seinen wahren Weltzweck erreichen.

Immerhin muß man glücklich sein, daß wenigstens auf einem, wenn auch angesichts des Lebensganzen höchst beschränkten Gebiete der Mensch auf sicherem Grunde steht. Darum ist ja Musik solch eine Oase in der Wüste des sonstigen Erlebens, wohin sich die Menschen verzückten Auges und sehnsuchtsvollen Herzens flüchten, und aus der sie beruhigt, geläutert, gebessert wiederkehren, wenn ihnen durch ein Meisterwerk die Weltenharmonie aufgegangen ist.

Auf den übrigen Gebieten der Wellenwirkungen ist man noch weit entfernt von solchen Einsichten. Nur auf dem Gebiete der *Optik,* also der Lichtwellen, hat das Menschenstreben auch schon einige Schritte nach dem für die meisten Menschen tief unter der Bewußtseinsschwelle liegenden und sie doch alle lockenden Ziel getan, hat in der Kunst der *Malerei* und *Plastik,* wenn auch erst nebelhaft, doch etwas von dem großen Geheimnis erblickt.

Heute sind die Zeiten vorbei, da man mit sicherer Überzeugung den Satz hinschreiben durfte: *Licht und Farbe seien die Wellenschwingungen des Lichtäthers;* denn — man erinnere sich an das im ersten und zweiten Abschnitt des ersten Bandes zur Relativitätslehre Gesagte — die Existenz eines solchen Weltäthers ist mit den sonstigen Vorstellungen vom Weltensein nicht mehr vereinbar.

An Stelle dieses Bildes ist mit immer größerer Bestimmtheit jenes von der materiellen Natur des Lichtes getreten (vgl. Bd. I S. 27), die durchaus im Einklang mit dem durch den ganzen Erlebnisinhalt gehenden Quantengesetz steht, ohne auch nur mit einer der Erfahrungstatsachen zusammenstoßen, da sich ja nicht die Überzeugung von der *Weltennatur* des Lichtes, sondern die von der „Aetherbeschaffenheit" des in Wellen Schwingenden geändert hat.

Wenn man in diese Welt eintreten will, gibt es zwischen Schall und Licht noch ein Zwischenreich, denn zu groß ist der Sprung von den groben Wellen der Luft, die bekanntlich in einer Sekunde 330,60 Meter zurücklegen *), während die des Lichtes nach uns schon bekannter (Bd. I S. 19) Rechnung mit der unvorstellbaren Geschwindigkeit von 300 000 km/sec reisen, bei einer Länge, die mit 0,0004—0,0008 mm in das Reich der Ultramikroskopie gehört. Trotzdem ist uns dieses Zwischenreich verschlossen; nicht das Ge-

*) Allerdings nur bei 0 Grad; bei 26,6° Wärme beträgt ihre Geschwindigkeit schon 347,7 Meter, im Wasser 1430 Meter.

ringste ist von ihm bekannt, obwohl an seiner Existenz und Wirksamkeit nicht im Geringsten gezweifelt werden kann. Hier ist wieder einer der Punkte, von dem aus eine das Weltganze einheitlich umspannende Weltauffassung mit Sicherheit voraussagen kann, daß der Menschheit noch große Entdeckungen von heute noch unausdenkbarer Tragweite vorbehalten sind. An der Wellennatur des Lichtes, also der Einheitlichkeit der Wellenfunktion in der Welt, läßt sich aber deshalb nicht zweifeln, weil die von den Wasserwellen her gewonnenen und in der Akustik so schön bestätigten Erscheinungen der Reflexion und Interferenz im Reiche des Lichtes gleichfalls nicht fehlen, hier sogar ihre klassischen Phänomene entfalten.

Es war die erste berühmte Entdeckung *Newtons*, daß farbloses — im alltäglichen Sprachgebrauch als weiß bezeichnetes — Licht aus allen Farben besteht. So verwunderlich erschien damals, kurz nach dem Dreißigjährigen Krieg diese heute den Kindern als Spiel mit dem Prisma geläufige Tatsache, daß *Newton* sich gedrängt sah, das farbige Zerlegungsbild als „Gespenst" (englisch spectre, daher *Spektrum*) zu bezeichnen. Und doch war es eigentlich nur für die Unwissenheit ein Gespenst, konnte doch die Erfahrung dieses Gespenst seit Anbeginn der Menschentage am Himmel sehen, so oft sich des *Regenbogens* zartes Farbenband über den Himmel spannte. Auch das Spektrum der Glasprismen ist also eigentlich eine Biotechnik, wie vielleicht letzten Endes alles, was der Mensch tut und schafft.

Es läßt sich nun ein Spektrum auch einfach dadurch herstellen, daß man starkes Licht durch einen ganz engen Spalt fallen läßt. Man sieht dann, daß sich die Sonnenstrahlen nicht völlig geradlinig fortpflanzen, sondern sich in 6—8 farbigen Linien ausbreiten. Deutlich treten dabei nur blau, grün und rot hervor, es fehlen aber auch die anderen Regenbogenfarben nicht. Da die seitlichen Farbenstreifen ganz außerhalb der Bewegungsrichtung der einfallenden Lichtstrahlen liegen, kann es sich bei ihrer Entstehung nur um eine *Beugung* des Lichtes handeln. Das Licht biegt um die Ecke und ist außerdem etwas Periodisches; sonst könnten in diesen Beugungsspektren nicht helle und dunkle Streifen abwechseln. Mit anderen Worten, wie namentlich der französische Physiker *A. Fresnel* daraus mit großem Scharfsinn abgeleitet hat, *die Wellenbewegung der Lichtteilchen ist auf diesem Wege zwingend nachgewiesen* (vgl. Abb. 10). Man beachte aber, nicht die Äthernatur der Wellen, sondern daß leuchtende Punkte um ihren Standort Schwingungen ausführen, das ist durch *Fresnel* zur Sicherheit erhoben worden.

Mit diesem Gedankengang konnte sogar die Länge dieser Schwingungen festgestellt werden, und es ergab sich dadurch, daß die einzelnen Farben durch verschieden lange Wellen erzeugt werden, von denen aber auch die längsten noch immer unvorstellbar klein sind. Von rot zu orange, gelb, grün, hellblau, indigo bis zum violett wird die Wellenlänge, beginnend mit 0,00065 Millimetern, immer kleiner, bis im violetten Teil des Spektrums die kleinsten aller bekannten Lichtwellen eine Länge von nur 0,00045 Milli-

meter erreicht haben. Die letzten Grenzen, innerhalb deren man noch von Licht sprechen kann, liegen zwischen 0,76—0,24 μ; was darüber hinausgeht, wird uns anders als durch das Auge merkbar.

Wenn man ein Blatt schwarzen Kartons mit einer Schicht des Salzes Bariumplatincyanür bestreicht und nun ein Sonnenlichtspektrum darauf fallen läßt, erlebt man das schöne Phänomen des *Fluoreszierens*. Untersucht man das näher, kann man sich unschwer davon überzeugen, daß dieses Selbstleuchten nicht erregt wird, wenn die roten oder gelben Strahlen den Schirm treffen, wohl aber durch die blauen und violetten. Doch der Fluoreszenz-

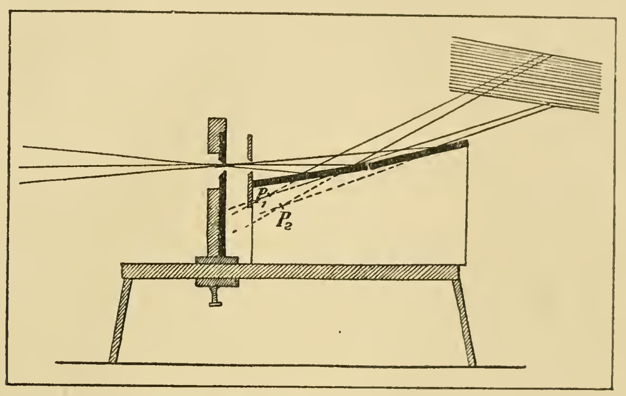


Abb. 10. Der Fresnel'sche Spiegelversuch zur Erklärung der Interferenz. Zwei schiefliegende schwarze Glasspiegel bilden einen sehr stumpfen Winkel zueinander. Durch einen Spalt wird Licht auf sie geworfen und von ihnen reflektiert. Die reflektierten Strahlen scheinen bei dem einen Spiegel von dem Punkte P_1, bei dem anderen von P_2 zu kommen. Diese reflektierten Strahlen durchdringen einander und erzeugen auf dem Schirm, auf den sie auffallen, gefärbte Interferenzstreifen. (Nach Graetz)

schirm leuchtet noch jenseits der violetten Teile, als Zeichen dessen, daß es auch da noch Strahlen, wenngleich unsichtbare, gibt. Diese *ultravioletten Strahlen*, für die unser Auge unempfindlich, das der Ameisen aber sehr wohl empfänglich ist, sind es, die nur 0,40—24 μ lang, in einer Abart (den sogenannten *Schumannstrahlen*) nur 0,10 μ lang sind. Sie haben aus einer noch unerforschten Ursache einen besonderen Einfluß auf die chemischen Prozesse, sie scheinen mit den blauen Strahlen irgendwie den Umbau der Atome in den Molekülen zu begünstigen, wovon unsere Technik in der *Photographie* ausgiebigen Gebrauch gemacht hat.

Hält man dagegen ein Thermometer in das rote Ende eines Spektrums, so wird es auffallend ansteigen. Man kann diese Strahlen ablenken, in einem Brennpunkt sammeln und erhält fast ebensoviel Wärme wie aus dem unzerlegten Sonnenlicht, als Zeichen dessen, daß im roten Licht sich die

Wärmestrahlen einfinden. Man darf nicht rotes Licht mit Wärmestrahlen verwechseln, wozu das Empfinden wegen der regelmäßigen Koinzidenz von Flammen und Wärme verlockt; die Wärmestrahlen sind vollständig unsichtbar, sonst könnte man beim warmen Ofen lesen.

Mit diesen ersten Versuchen ist schon Erhebliches sichergestellt aus der Naturgeschichte des Lichtes. Klar geworden ist, daß es sich in Wellen ausbreitet, daß die für die Zoësis sichtbaren Wellen nur ein kleiner Ausschnitt der vorhandenen sind, die als Wärmestrahlung wirksam sind, dann in immer kürzeren Wellen das herstellen, was man Farbe nennt, schließlich in den kürzesten Wellen nur mehr chemisch, da aber auf das intensivste wirken.

Noch steht für uns die Überzeugung von der Reflexion und Interferenz der Lichtstrahlen aus. Aber schon durch einen höchst einfachen Versuch, etwa wenn man ein Bündel Sonnenstrahlen durch ein Loch in einem schwarzen Karton auf einen Spiegel und durch diesen in ein Wassergefäß fallen läßt, kann man nachweisen, daß diese Strahlen an der Grenzfläche des Wassers zurückgeworfen, also reflektiert werden, wobei der Einfalls- und der Reflexionswinkel einander gleich sind. Solche Reflexe am Wasser oder an spiegelnden Scheiben kennt jedermann, desgleichen die scheinbare *Brechung* eines in Wasser gesteckten Stabes. Der *Spiegel* ist nichts anderes als eine diese Reflexion verwertende Vorrichtung, die dem Menschen allein schon zur Genüge besagt, wie es mit der Realität des Welterlebens bestellt ist. Denn der Spiegel zeigt sein Bild der Welt dort, wo in Wirklichkeit nicht das Geringste davon vorhanden ist.

Durch Spiegel aber hat sich z. B. in dem geistvoll ersonnenen *Fresnelschen Spiegelversuch* (Abb. 10) auch die Interferenz, das sich gegenseitige Auslöschen der Lichtwellen, das wir zuerst an den Meereswellen beobachteten, zur völligen Gewißheit erheben lassen. Man läßt bei diesem Versuch durch schwarze Spiegel Strahlen reflektieren, wobei die Spiegel so angeordnet sind, daß die reflektierten Strahlen einander durchdringen. Da nun bei farblosem Licht dadurch auch farbige Streifen entstehen, bei rotem abwechselnd rote und dunkle, so erkennt man daraus, daß die Lichtstrahlen durch ihre Vereinigung stellenweise geändert sind, was nur unter der Annahme erklärlich ist, daß Wellenberg und Wellental an solchem Ort einander aufgehoben haben, also eine *Interferenz* eingetreten sei. Licht und Licht erzeugen also, wie es die Theorie verlangt, durch ihr Zusammenwirken unter Umständen Dunkelheit. Seit man das wußte, konnte man auch die Regenbogenfarben der Seifenblasen oder dünner Ölhäute auf Wasser erklären; die Lichtstrahlen werden nämlich zum Teil auf der Vorderseite der dünnen Schicht reflektiert, zum Teil auf deren Rückseite; beide treffen wieder unser Auge, wobei der zweite einen vom ersten differenten Wellengang hat; es entstehen demnach den klanglichen „Schwebungen“ entsprechende Interferenzen, die natürlich farbig wirken. So bilden sich auch die wunderbaren metallischen Farben der Käfer und vieler Schmetterlinge

durch Interferenz des Lichtes an dünnsten Plättchen und Skulpturen dieser an sich farblosen Flügel.

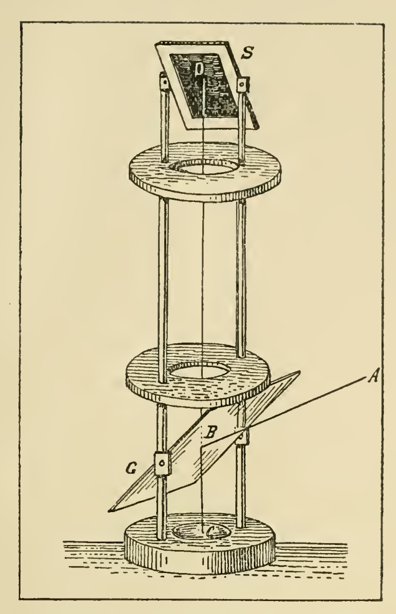


Abb. 11. Apparat zur Polarisation des Lichtes durch Reflexion. Der Lichtstrahl AB wird von der Glasscheibe G nach unten reflektiert, trifft dort einen Silberspiegel und wird von diesem senkrecht nach oben geworfen. Der Strahl CD fällt auf den schwarzen Spiegel S, von dem er nun unter den in der Zeichnung dargestellten gegenseitigen Spiegel- und Glasplattenstellungen nicht mehr reflektiert wird, also polarisiert ist. (Nach Graetz)

Auf diesen Grundkenntnissen von der Lichtbrechung und Reflexion, sowie der Wellennatur der Strahlen baut sich nun die wirklich erstaunlich vielfältige Anwendung auf, welche diese Gesetze in den *optischen Instrumenten*, seien es nun die Brille und sonstige einfache Linsen, das Stereoskop und Mikroskop, das Fernrohr oder das Spektroskop in allen ihren Abarten gefunden haben. Sie alle beruhen auf einer rechnerischen Transformation des Strahlenganges durch lichtbrechende Medien, von denen Glas das wichtigste ist, und ermöglichen dadurch als biotechnische Abänderungen und Zusätze zum Auge, daß Entferntes nahe, Allerkleinstes groß, Flaches räumlich angeordnet erscheint und die Lichtwellen in ihre einzelnen Strahlen zerlegt werden können. So wunderbar und vor allem so brauchbar das alles auch ist, so bereichert es die Erkenntnis aber doch um keine neuen grundlegenden Gesetze, weshalb auch unser Raum für Wichtigeres gespart werden kann, so für die von dem französischen Physiker *Malus* entdeckten Lichtgesetze, die zur Erkenntnis der *Polarisation* und ihren Konsequenzen führten. (Vgl. Abb. 11.)

Reflektierte Strahlen, die unter einem Winkel von 53—58° einfallen, besitzen in besonders hohem Maße die Fähigkeit der Polarisation, das heißt, daß durch die Reflexion die Schwingungsrichtung geändert wird; aus einer longitudinalen verwandelt sie sich in eine transversale. Die uns schon bekannte Eigenschaft (vgl. Bd. I S. 31) von Kristallen, das Licht doppelt zu brechen, ist nichts anderes, als daß jeder einfallende Lichstrahl durch den Kalkspat gedreht wird. Hierauf beruht eine besondere, auch praktisch verwertbare Untersuchungsmethode, der sich der Chemiker bei der Feststellung des Zuckergehaltes von Rübensaft durch den Polarisationsapparat ebenso gut bedient, wie der Kliniker bei Untersuchung des Harnes von Diabetikern.

Wichtiger als das aber war es, als der englische Chemophysiker *Faraday* polarisierte Lichtstrahlen durch ein starkes magnetisches Feld sandte und bemerkte, daß dabei die Polarisationsebene dieses Lichstrahles ebenso gedreht wird wie in Quarz oder in Zuckerlösung. Diese *Beeinflussung des Lichts durch den Magnetismus,* beziehungsweise *die hinter ihm stehende Elektrizität* wurde durch den holländischen Physiker *Zeemann* noch deutlicher gemacht, als er Linienspektren (also die Spektren glühender Elemente) unter dem Einfluß eines magnetischen Feldes beobachtete und dabei fand, daß deren Linien in der Richtung der magnetischen Kraftlinien in je zwei (Dublet), senkrecht dazu in drei (Triplet) gespalten werden *(Zeemann-Effekt),* manchmal sogar in noch mehrere. Damit war die Lichtforschung mit der Forschung nach dem Bau der Elektrizität und der Atome, also der Materie in eine Verknüpfung geraten, die es *vor allem zweifellos machte, daß Licht ein Elektronenphänomen, ein elektromagnetischer Vorgang sei,* und mit einem Schlag war dadurch die gesamte Wellenfrage auf das Niveau einer anderen Bedeutung emporgehoben: *die Wellenbewegung und die Gesetze des Rhythmus waren zu einem Universalphänomen des ganzen Weltalls geworden.* Der Zusammenhang von Licht, Wärme, Elektrizität war durchsichtig, eine Überfülle von Erlebnissen war einem einzigen Gesetz untergeordnet.

Seine erste Formulierung wurde im wissenschaftlichen Denken unter der Bezeichnung: die *Maxwell*'sche *Wellentheorie* oder die elektro-magnetische Lichttheorie gehandhabt, da der Engländer *Maxwell* als erster, noch im Jargon der Ätherlehre, voraussagte, eine elektrische Entladung müsse im Äther genau so Schwingungen erzeugen, wie ein ins Wasser geworfener Stein. Der deutsche Physiker *H. Hertz* fand, daß diese Anschauung zutrifft, und erweiterte als erster die Wellentheorie zu einer *Weltmechanik,* deren kolossale Bedeutung für das Verständnis unserer Erlebnisse erst die Generationen nach uns voll und ganz erfassen werden. Jedenfalls wurde auf diesem Wege vor allem das eine ganz Grundlegende erkannt und drang auch allgemein in die Überzeugungen ein, daß zwischen den elektrischen und den Lichtwellen kein prinzipieller, sondern nur wie auch bei den anderen Kategorien der Wasser- und der Luftwellen ein gradueller Unterschied sei.

Die Brücke hierzu wurde durch die Untersuchung der *Wärmestrahlen* geschaffen, die man zunächst einfach als ultrarote Strahlen ansah, deren Wellenlänge weit größer als die der Lichtstrahlen ist. Sie entstehen stets, wenn man einen Körper in jene intensive Molekularbewegung versetzt, die man Erhitzung nennt, auch wenn sich diese nicht bis zur Produktion von Licht steigert.

Diese dunklen Wärmestrahlen erfreuen durch alle Erscheinungen, die den Lichtwellen zukommen, sie lassen sich ebenso reflektieren und brechen; durch Zurückwerfen mit einem Hohlspiegel kann man z. B. fern von einem glühenden Körper eine Zigarette frei in kalter Luft anzünden und dergleichen

mehr. Auch für sie gilt das bei der Spektralanalyse von *Kirchhoff* gefundene Gesetz, daß jeder Körper gerade die Strahlenarten verschluckt, die er selbst aussendet, ja nach dem Vorgang von *Rubens* lernte man aus einem Gemisch von Licht- und Wärmestrahlen (wie es jedes Licht darstellt), durch stete Reflexion einen Rest von Strahlen absondern, der nur mehr aus ultraroten Strahlen bestand und Wellen von nahezu $^1/_3$ Millimeter Länge zeigte, die schon eine Menge Körper durchdrangen und in ihren Eigenschaften außerordentlich den Wellen der Elektrizität nahe stehen. Damit war der Zusammenhang zwischen Licht und Elektrizität hergestellt. Die kleinsten elektrischen Wellen messen etwa 6 Millimeter, und von da ab bis zu den oft hundert Meter bis kilometerlangen Wellen der *drahtlosen Telegraphie* sind alle nur denkbaren Unterschiede vorhanden. Daß diese kilometerlangen Wellen die gleichen Gesetze befolgen wie die winzigen des Lichtes, die kurzen der strahlenden Wärme und die mäßig langen der Luft und des Wassers ist ein nicht oft genug zu betonender Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, daß *alles Erleben einem einheitlichen Gesetzkomplex folgt, die Grundlage aller Natur- und Kulturwissenschaft also die Biozentrik sein muß.* Wenn sich daher von diesen Wärmestrahlen herausgestellt hat (und das ist im ersten Bande dieses Werkes schon genug gewürdigte Verdienst von *M. Plank)*, daß sie nicht einheitlich und gleichmäßig, sondern nach dem Gesetz der multiplen Proportionen tätig sind, so muß dieses Quantengesetz ebenso folgerichtig für den ganzen Umfang des Wellenphänomens, kurz gesagt, für das Weltphänomen selbst gelten, wofür bekanntlich in steigendem Maße auch Beweise herbeigeschafft sind. Da sich aber zugleich herausgestellt hat, daß dieses Gesetz der multiplen Proportionen unter verschiedenen Bezeichnungen, jedoch überall in gleicher Weise wirksam ist, so namentlich im Bereich der Schallwellen als Gesetz der pythagoraeischen Intervalle oder der Harmonie, so sind jetzt, was man bisher nicht gewußt hat: erstens Beziehungen zwischen Wärmestrahlung, Licht und Schall oder zwischen dem Quantengesetz und der musikalischen Harmonie aufgedeckt, zweitens ist damit der Weg beschritten, auf dem *die Harmonie als universales Weltphänomen zu erkennen ist.*

Was damit aus logischem Zwang vorhergesagt wird, ist durch die Fortschritte der neuesten Physik wieder im Begriffe erwiesen zu werden, und die von den Ideen der objektiven Philosophie Überzeugten erleben die Freude, an einem ganz wesentlichen Punkte sich auf die Forschung als ihren Vorspann berufen zu können.

Der akustische Begriff der Oktave, diese Grundlage der Harmonielehre, durch welche die Periodizität und der Intervallbegriff fundiert werden, ist nämlich neuerdings auch in die Optik eingekehrt. Das sichtbare Licht reicht von violett bis rot. Seine Wellenlängen reichen also von 0,38 μ bis 0,76 μ, oder die Schwingungsskala violett bis rot verhält sich wie 1 : 2. Das aber war (vgl. S. 34) das Gesetz der Oktaven. Von da bis zur Wellen-

länge der sogenannten Jodkaliumreststrahlen (96 μ) sind weitere 6 Oktaven bekannt, während nach weiteren 7 Oktaven die elektrischen Erscheinungen anheben. Überall sind also Quanten vorhanden, und nach diesem ersten Schritt in die Welt der sichtbaren und elektrischen Wellen wird die Menschheit allmählich zur Harmonielehre der Wärmestrahlung, der Farben und der Elektrizität vordringen, worin ihr unbewußt die Künstler auf dem Gebiet der *Malerei* schon Wege gebahnt und Vorarbeiten geleistet haben.

Was ich aber von der Musik sagte, das trifft die *Farbenlehre* und die *Malerei* in einem noch erhöhten Maße: ihre Zeit war nicht, sondern wird erst kommen. Die inneren Beziehungen zwischen Musik und Malerei, deren sich die neuesten Kunsteinrichtungen tiefer als die früheren bewußt geworden sind, und die in dem Phänomen des *Farbenhörens* und der unterbewußten Weisheit der Sprache, die von Farbentönen, Farbenharmonie und Komposition, von Farbendissonanzen und musikalischen Werten der Gemälde früher wußte als von Physik und Philosophie, ihre festesten Stützen haben, sind dabei nur Wegweiser für das, was die Menschheit auf diesem Gebiet noch erreichen wird, wenn erst einmal die Musik der Farben ihre Symphonien zu spielen anhebt. Die Erkenntnis läßt da in schwindelnde Weiten hineinblicken, in Jahrhunderte des denkerischen, forschenden und künstlerischen Schaffens — die Selbstkritik aber schiebt diese Perspektiven kühl zur Seite und stellt dagegen ihr großes Fragezeichen auf, das da lautet: Wie soll dieser Bau aufgeführt werden von einem Wissen, das mit dem *Lichtäther* die bisherigen festen Grundlagen verließ, ohne neue geschaffen zu haben?

Diese Frage des Lichtäthers ist es, durch die gegenwärtig die gesamte Wellentheorie in eine schleichende Krise geraten ist. Wenn es keinen Weltäther gibt, was führt dann diese wunderbaren Wellenbewegungen im unermeßlichen Weltenraum aus? Die Relativitätslehre, die dem Weltäther den Todesstoß versetzte, hat, wie *Lénard* in seiner Kritik der *Einstein*'schen Lehre sehr treffend hervorhob[13]), eigentlich an seine Stelle nichts als den etwas sehr vagen Begriff des Raumes gesetzt, wodurch für die praktische Arbeit aber auch gar nichts gewonnen zu sein scheint. Daran kann ja tatsächlich kein Zweifel sein, daß mit allgemeinen Vorstellungen, wie atomäre Struktur des Lichtes, noch nichts erreicht ist, zugleich aber auch, daß der Begriff *Lichtquanten* mehrdeutig ist und vor allem die *Bündelung (Quantelung* nennt man das in der neuesten Physik mit einem sehr barbarischen Fremdwort) der Strahlen zu bedeuten hätte, so daß man zum mindesten zwischen Lichtquanten erster Ordnung oder elementaren Lichtquanten und solchen zweiter Ordnung zu unterscheiden hätte. Immerhin ist der Begriff Lichtquantum aber auch nicht inhaltsärmer als der Begriff Atom in all den Jahrzehnten war, in denen die praktische Chemie mit ihm rechnend Fabriken um Fabriken errichtete und Millionenwerte schuf: Man konnte damals auch nicht das geringste Anschauliche an diesen Begriff knüpfen, und, wie ich bereits ausgeführt habe (Bd. I S. 140), ist die Vorstellung „chemisches

Atom" auch heute noch, unabhängig von allen Kenntnissen über das physikalische Atom, vollständig luftig.

Zudem kennt die Physik heute außer den Lichtstrahlen eine ganze Anzahl anderer Strahlungen, von denen augenblicklich nur die *Kathodenstrahlen* und die *Kanalstrahlen* genannt seien, die ebenso Brechung, Reflexion und Interferenz, also Wellennatur aufweisen wie das Licht, aber schon längst als *Korpuskularstrahlen* bezeichnet wurden, weil man sich davon überzeugt hatte, daß in ihnen materielle Teilchen, und zwar in den Kathodenstrahlen die negativen Elektronen, in den Kanalstrahlen die positiven Ionen Schwingungen ausführen. Es steht demnach der Lichttheorie prinzipiell nichts im Wege, dem Licht, wenn es von dem Zusammenhang der sonstigen Gesetze gefordert wird, eine atomäre Grundlage zuzuschreiben und den Weltenraum mit irgendwelchen noch näher zu umschreibenden elementaren Lichtquanten ebenso zu bevölkern, wie man ihn ohne Bedenken mit Elektronen (Elektrische Fernwirkungen der Sonne) oder den Atomen der Gase *(Coronium* und *Nebulium)* bevölkert hat.

Es sind also jene Denker im Irrtum, die annehmen, daß die Quantentheorie des Lichtes an sich ein Widerspruch zur Wellentheorie des Lichtes sei. Man muß diese Begriffe viel schärfer präzisieren. Die atomäre Struktur des Lichtes ist an sich noch nicht identisch mit der quantenhaften Abgabe von Energie, wie sie *Planck* entdeckte. Und der Ausdruck „Wellentheorie des Lichtes" deckt nicht in allem die *Huygens*'sche oder *Maxwell*'sche Lichttheorie. Wie gerade vorhin gezeigt wurde, kann man sich sehr gut auch harmonische Schwingungen von Lichtkorpuskeln vorstellen (schon *Newton* hat ähnliche Vorstellungen gehabt und konnte sie sehr gut mit seiner Mechanik vereinbaren), also die Wellentheorie und ihre Konsequenzen aufrechterhalten und dabei doch die Äthervorstellung preisgeben[14]). Übrigens war die Maxwell'sche Lichttheorie keineswegs auch vor den neuen Einsichten eine allgemein zufriedenstellende Hypothese, sondern litt an namhaften Unzulänglichkeiten. So konnte sie namentlich nicht die Erscheinung der *Dispersion* deuten.

Unter Dispersion des Lichtes versteht der Optiker die Tatsache, daß der Brechungsindex eines durchsichtigen Körpers für verschiedene Farben als eine Funktion der Wellenlänge derart verschieden ist, daß die sogenannte Dispersionskurve stets von rot nach violett ansteigt. Daher haben alle Linsen die Neigung, die Farben auseinander zu legen. Die farbigen Ränder, die man in einem schlechten Mikroskop um die Ränder der Gegenstände sieht, sind eine Folge dieser nicht genügend korrigierten Farbenzerstreuung. Die Lichtbewegung zeigt sich also in dieser Erscheinung abhängig von der Wellenlänge. Dafür bietet aber die Lichttheorie von *Maxwell* kein Verständnis. Um es herzustellen, muß man zu der Hilfshypothese greifen, die Materie, durch die das Licht geht, sei aus Ionen und Elektronen zusammengesetzt, die durch die periodisch wechselnde elektrische Kraft der Lichtquellen in

Bewegung versetzt und dabei dann durch Reibung so behindert werden, wie es die Tatsachen der Dispersion zeigen. *(Lorentz, Planck.)*

Aus diesen Untersuchungen entsprangen die Versuche über Lichtfortpflanzung in bewegten Medien von *Fizeau* (1851), *Michelson* und *Morley*, die heute in aller Munde sind, trotzdem sie aus dem Jahr 1886 stammen. Es ergab sich zwar einerseits eine höchst frappante neue Übereinstimmung der Wellengesetze des Schalles und des Lichtes, indem man das aus der Akustik so wohlbekannte *Doppler*'sche *Prinzip* in der Optik gültig fand. Wenn man auf dem Bahnhof steht und ein Schnellzug fährt pfeifend durch, so wird sein Pfiff, je näher er kommt, desto heller klingen; denn die Schwingungszahl der Wellen wird durch die Bewegung beeinflußt. Das Gleiche läßt sich nun als Farbenänderung auch an sich bewegenden Lichtquellen (z. B. im Spektrum von Sternen) wiederfinden, und bestätigt die Einheit der Wellengesetze im ganzen Universum. Andererseits aber stellten sich gerade im Verfolg des *Fizeau*'schen und *Michelson*'schen Versuches bei *Lorentz* die Überzeugungen ein, die im 1. Kapitel dieses Werkes in Band I so eingehend behandelt sind und mit der Relativitätslehre die Lehre vom Weltäther ad absurdum führten[15]. So vereinigten sich die Gesetze des Lichts auf einem langen Weg der Erkenntnisse mit denen der Elektrizität und dadurch jenen der Materie überhaupt, ohne irgendwie den Satz zu überschreiten, daß die elementare und allgemeine Funktion der Materie die Wellenbewegung sei.

Alles, was man auf den bisher überblickten großen Gebieten des Erlebens erfahren hat, wiederholt sich nun auf dem zentralen und eigentlichen Gebiet der physikalischen Erscheinung, nämlich in der *Elektrizitätslehre. Elektrizität ist der Sammelname für die Erscheinungen, welche die Schwingungen der Elektronen darbieten.*

Und Elektronen ist der Sammelname für die Atome der Elektrizität. Die chemischen Affinitäten, das Licht, der Magnetismus, alles das ist elektrische Erscheinung, auch die Materie ist aus Elektrizitätsteilchen aufgebaut, und so ist nicht mehr die Mechanik, sondern die Elektrizitätslehre das Fundament der Physik.

In diese Sätze läßt sich etwa das zusammenfassen, was als *elektrisches Grundgesetz der Welt* in einem Überblick über die Gesetze der Welt noch Platz heischt. Davon ist an dieser Stelle von besonderem Wert jetzt nur der Nachweis, daß alle elektrischen Erscheinungen in Wellen ablaufen, die von den gleichen Gesetzen beherrscht werden wie sämtliche anderen Wellen. Gelingt dieser Nachweis, dann ist allerdings, nachdem das gesamte Sein als Elektrizität erscheint, *die Wellenfunktion zugleich als die Weltfunktion erkannt.*

Nun haftet der gesamten Elektrizitätslehre ein sehr empfindlicher Mangel an. Wohl ist es bis zur Überzeugung getrieben worden, daß alle Elektrizität in zwei Kategorien zerfällt, in sogenannte *positive* und in *negative Elektrizi-*

tät, die sich in vielen Beziehungen grundlegend voneinander unterscheiden. Es gehört das zu den elementaren, auch von den Nichtphysikern vorauszusetzenden Kenntnissen, braucht demnach hier nicht weiter zergliedert zu werden. Man hat nun von der negativen Eletrizität eine sehr deutliche, durch Versuche kontrollierbare Vorstellung, sie sei aus *Elektronen*, d. h. elektrischen Elementarteilchen, nach Art der Atome der Chemie oder der Lichtquanten zusammengesetzt. Um so weniger weiß man von der wahren Natur der positiven Elektrizität.

Wohl sprechen manche Naturforscher auch von positiven Elektronen; ja man findet sogar im Schrifttum so befremdende Sätze wie den: die Elektrizität sei ein Stoff, ein chemisches Element und jene ihrer Atome, die mit den Atomen anderer chemischer Stoffe in jenem unlösbaren Zusammenhang stehen, den man als *Ion* (vgl. Bd. I S. 177) bezeichnet, seien die Träger der positiven Elektrizität.

Diesen Vorstellungen haften also reichlich Unklarheiten und Unzulänglichkeiten an, und es ist deshalb nicht schwer, vorherzusagen, daß die Elektrizitätslehre nicht dauernd auf dem heutigen Stande ihrer Grundüberzeugungen bleiben wird. Es gibt natürlich nicht zweierlei Elektrizitäten — das ist ganz selbstverständlich —, sondern das sind nur Modi einer hinter ihnen stehenden einheitlichen Grundtatsache, über deren wahre Natur sich freilich jetzt noch kaum etwas aussagen läßt.

Aber vielleicht ist dieses immer wieder sich Vereinigen, das den entgegengesetzt geladenen elektrischen Körpern anhaftet, ein tieferer Einblick in den Unterbau der Welt, als ihn die Materie sonst bietet. Denn was das sogenannte *Coulomb*'sche *Gesetz* sagt, daß die Kraft, mit der zwei geladene Körper aufeinander wirken, die Richtung der Verbindungslinie zwischen ihnen besitze und sich durch das Produkt ihrer Ladungen, geteilt durch das Quadrat ihrer Entfernungen, errechnen lasse, das ist nichts anderes als die Konstatierung des *Newton*'schen Gravitationsgesetzes für die Welt der Elektrizität und damit wieder ein sehr merkbarer Schritt zur Vereinheitlichung der Weltanschauung.

Dieses *elektrostatische Grundgesetz* enthält nun noch mehr als die Aussage über die Gravitation, da es auch von einer Abstoßung weiß, welche der Physiker sonst nicht kennt. Aus ihm flossen alle die Möglichkeiten, sich Maßeinheiten: *Coulomb*, *Volt* (als die Einheit des Potentials), *Farad*, *Ampère* (als Einheit der Stromstärke), *Ohm* (als Einheit des Widerstandes), der elektrischen Kräfte zu schaffen, durch welche die elektrische Industrie erst die Möglichkeit zu ihrer Begriffsmechanik, nämlich den elektrotechnischen Konstruktionen erhielt. Dadurch drang man immer tiefer in die vielgestaltigen Äußerungen der elektrischen Energie ein und lernte vor allem ihr Strömen in Flüssigkeiten, Gasen und Leitern, die zumeist Metalle sind, näher kennen. Hiedurch ergab sich dann wieder der Einblick, daß die Erscheinungen des elektrischen Stromes in Flüssigkeiten unverständlich

sind, wenn man der Elektrizität nicht gleich dem Licht eine materielle Struktur, einen Zerfall von selbständig tätigen Elektroatomen, kurz gesagt: Elektronen, zuschreibt.

Damit war aber die erste Brücke geschlagen, die von den Wellengesetzen des Lichtes hinüberleitet zu denen der Elektrizität. Wenn man nämlich einen Energiestrom elektrischer Natur oder, wie man das kurz nennt, einen elektrischen Strom nicht durch Metalldrähte, sondern eine leitende Flüssigkeit, nämlich eine Lösung von Salzen oder Säuren, sendet, erlebt man sehr merkwürdige chemische Vorgänge als Beweis dessen, daß der *Chemismus* auch in das große Gebiet elektrischer Funktionen gehört. Von dem mit dem positiven Pol verbundenen Draht (der *Anode*) ebenso wie von der *Kathode* finden dann chemische Abscheidungen, also molekulare Zersetzungen statt, eine *Elektrolyse,* welche die Moleküle in die uns schon bekannten Atome mit elektrischer anhaftender Ladung (vgl. Bd. I Abb. 60), die *Ionen,* zerlegt, eine Entdeckung, die sich namentlich an den verehrungswerten Namen von *Faraday* knüpft.

Nun führte der Verfolg dieser *Faraday*'schen Gesetze in gerader Linie zu der Einsicht, daß die Atome aller chemisch einwertigen Stoffe als Ion auch dieselbe Elektrizitätsmenge (nämlich dieselbe Anzahl von Coulomb) mit sich führen, die Atome der zweiwertigen Stoffe die doppelte und so fort, so daß sich eine Art Gesetz der multiplen Proportionen oder rationalen Zahlen auch hier gültig erwies.

Aber bedeutete denn das nicht zugleich, daß die Elektrizität bei der Elektrolyse in bestimmte, gesetzmäßig festgelegte, quantenhaft ausgezeichnete Teile zerfällt, daß auch sie aus Atomen besteht, wie die chemische Materie? Auf dieser Überlegung fußt die Lehre von den *Elektronen*; die Erscheinungen der Elektrolyse waren der erste und seitdem nicht vereinzelt gebliebene Beweis von der stofflichen Natur und atomistischen Zerteilung der Elektrizität, die dann so fruchtbar für das gesamte Weltbild wurde.

Wenn in Lösungen Elektronen ihre Schwingungen ausführen, denn nur so erscheinen dem neuen Wissen die elektrischen Erscheinungen, dann dissoziieren sich deren Moleküle; was geschieht aber, wenn ein solcher „Strom" durch Gase geleitet wird? Man kann es experimentell prüfen. Sie leuchten. Das sind die Geißlerröhren und die Bogenlampen.*) Wenn sie durch Metalldrähte gehen, werden diese wärmer, wovon man sich an jeder, namentlich an einer überlasteten elektrischen Lichtleitung leicht überzeugen kann. Hierauf beruht eine Anwendung des elektrischen Stromes, die von größter Bedeutung für das praktische Leben der Menschen geworden ist. Man hat das Gesetz dieser Erwärmung nach dem englischen Privatgelehrten *Joule* (spr. Schaul) so ausgedrückt, daß die in einem Drahtstück in der Sekunde entwickelte Wärme, dem Widerstand dieses Drahtstückes, multipliziert mit

*) In den Bogenlampen geht nämlich die Lichterscheinung nicht nur von den zur Weißglut gebrachten Kohlenstiften allein, sondern auch von der Luft (daher Lichtbogen), also von einem Gas aus.

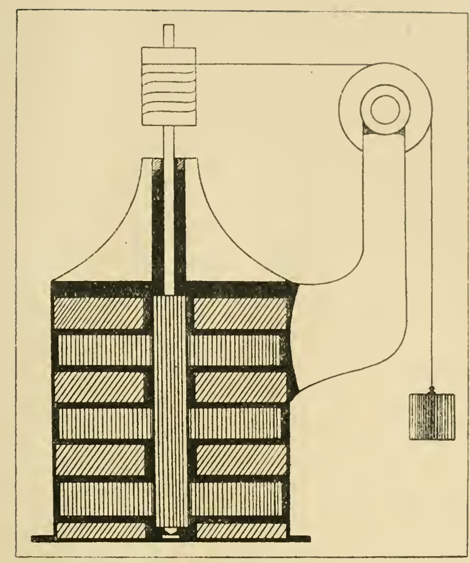


Abb. 12. Versuch von Joule. In einem Gefäß voll Wasser werden die Schaufeln bewegt, wodurch sich das Wasser erwärmt als Beweis dafür, daß Arbeit in Wärme umgewandelt werden kann.

dem Quadrat der Stromstärke gleich sei, was bei näherem Nachforschen nur ein besonderer Fall des schon längst bekannten Satzes von der Erhaltung der Energie ist. Diese *Joule*sche *Wärme* ist bekanntlich der Ausgangspunkt von praktischen Anwendungen sonder Zahl geworden, beruhen doch auf den Erscheinungen in Drähten die *Glühlampen*, die jetzt meist Metallfadenlampen sind, und die Vorrichtungen zum elektrischen Kochen und Heizen, denen das Morgen gehört, wenn die elektrische Beleuchtung eine Frage von heute ist. Von diesen leitenden Drähten macht sich die Theorie die Vorstellung, daß in ihnen die Elektronen außer ihrer unregelmäßigen eine besondere Bewegung in der Richtung der Spannung ausführen, nach Art eines Windes in der Luft bei Druckdifferenzen. Das ist der „*Strom*", der sich in Wellen fortpflanzt, und dem der Draht einen Widerstand entgegensetzt, der sich merkwürdigerweise nach der absoluten Temperatur richtet. Denn er wächst mit jedem Temperaturgrad gerade um $^1/_{273}$ seines Wertes, woraus folgt, daß der Widerstand der Metalle bei 273° unter Null überhaupt aufhören muß. Aus diesem Zusammenhang folgt auch das *Wiedemann-Franz*'sche Gesetz, nach dem die elektrische Leitungsfähigkeit der Metalle mit der Wärmeleitungsfähigkeit übereinstimmt. Beides sind Belege dafür, daß freie Elektronen da sind, die im Strom — und zwar bis zur Lichtgeschwindigkeit — dahinrasen, mithin sind es Belege für die *Allgemeingültigkeit der Wellenlehre*.

In die Ferne wirkt nun die Elektrizität durch Schwingungen von anderer Leistungsfähigkeit. Wenn man das Gleichgewicht der Elektrizität auf einer Leidener Flasche durch eine Funkenentladung plötzlich stört, wird man finden, daß sie in dem Funken und von da ab in den Leitungsdrähten Schwingungen ausführt, die gemessen wurden und mit der Frequenz von 200 000 in der Sekunde noch als langsam gelten, während sie ihr Maximum

etwa in 1000 Millionen pro Sekunde finden. Diese elektrischen Schwingungen verhalten sich anders als gewöhnliche elektrische Ströme. An ihnen lassen sich die Gesetze der Akustik demonstrieren, wie denn *Telephon* und *sprechende Bogenlampe* auch dem Denkunfähigen bewiesen haben, daß hinter den akustischen, optischen und elektrischen Erscheinungen ein und dieselbe Gesetzlichkeit stehen muß, sonst wären solche Funktionsübertragungen nicht möglich. Ferner stellte sich alsbald heraus, daß jedes System von elektrischen Leitern und Drähten einen *Eigenschwingungsrhythmus* besitzt, d. h. eine Schwingungszahl in der Sekunde, und dementsprechend abgestimmt eine Periodizität der Schwingungen hat, die nur ihm eigentümlich ist. *Damit ist das Harmoniegesetz und die Harmoniemöglichkeit auch im Bereich der elektrischen Erscheinungen sichtbar geworden;* die musikalischen Begriffe Resonanz und „aufeinander abgestimmt sein" haben auch in der Elektrizitätslehre ihre festumrissene Bedeutung bekommen, und sofort stellte sich mit dieser Erkenntnis eine neue ungekannte Anwendung der elektrischen Wellen ein.

Die Verdienste daran knüpfen sich zunächst wieder an den Namen *Heinrich Hertz*, dann an den Italiener *Marconi* und deren Entdeckung der drahtlosen (daher auch Funken-) Telegraphie und Telephonie. Zunächst war hier für *Hertz* der Weg gegeben, um zu zeigen, daß die Induktionsfunken, mit denen er arbeitete, Zeit zu ihrer Ausbreitung brauchen, ein Weg, auf dem man zu der Erkenntnis kam, daß die elektrischen Fernwirkungen sich mit Lichtgeschwindigkeit durch transversale Wellen ausbreiten. Wieder war es die Anwendung optischer Gesetze, nämlich die elektrische Wellen reflektierenden Hohlspiegel, durch die er nachwies, *daß elektrische Wellen im freien Raum sich ganz so verhalten wie die Wellen des Wassers, die der Luft und die des Lichtes*, nämlich sowohl Brechung wie Reflexion erleiden. Wellen von der Schwingungszahl 100 Millionen werden, da sie 300 Millionen Meter in der Sekunde zusammen zurücklegen, einzeln drei Meter lang sein müssen; zu ihrer Reflexion gehören also Hohlspiegel von mehreren Metern Durchmesser. Um also handlich experimentieren zu können, müssen Wellen von 1000 Millionen Eigenschwingungszahl verwendet werden; man konnte also diese *Hertz*'schen *Spiegel*, welche die erste Grundlage der Apparatur bildeten, seitdem ganz klein machen, um drahtlose Wellen aussenden und auffangen zu können, eine Methode, die heute, wie seit dem großen Kriege jedermann weiß, außerordentlich vervollkommnet ist. Nur hat man sich in der Praxis hierzu wieder den langen, 200 bis 3000 Meter langen Elektrowellen zugewendet und hat gelernt, nicht nur solche Wellen von bestimmter Länge auszusenden und zu empfangen, sondern das in weiten Grenzen zu variieren. Der Detektor von heute übermittelt dem Telegraphisten Zeichen von bestimmten musikalischen Qualitäten (daher *System der tönenden Funken* der Telefunken-Gesellschaft), durch die jetzt um den Erdball die Signale gesandt werden, ein Triumph sowohl der Menschheit wie des großen Gedankens von der Wellenfunktion als Weltphänomen.

Damit ist auch die letzte Schranke gefallen, welche die Erkenntnis bisher noch hinderte, den Satz auszusprechen: Elektrizität sei Licht. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Wellenformen ist ihre Größe. Die ultramikroskopischen Elektrizitätswellen werden von uns Licht genannt, und Lichtwellen von sechs Millimeter bis dreitausend Meter Länge nennen wir elektrische Schwingungen. Das ist der ganze Unterschied. Damit ist aber auch die Brücke geschlagen, um zu einem Verständnis für die wahre Natur des Lichtes zu kommen. Wenn die große Schwingung als Material Elektronen verwendet, woran kein Physiker von heute mehr zweifelt, dann kann die Grundlage der kleinen Schwingung auch aus nichts anderem bestehen.

Die Elektronenfolgerung zogen ziemlich gleichzeitig *H. A. Lorentz* in Leiden und *Thomson* in Cambridge (der Name stammt allerdings von *Stoney*), als sie das Leuchten einer Crookes-Röhre untersuchten und fanden, daß es von den Partikeln der Kathode stamme, wobei es gleich blieb, ob diese aus Gold, Blei, Kupfer oder anderem Material bestand. Hieraus war zu schließen, daß es nicht materielle Teilchen seien, die da als winzige Masse von nur $^1/_{1830}$ der Wasserstoffatome (näheres s. Bd. I S. 57) mit 100 000 km/sek.-Geschwindigkeit dahinflogen, sondern das Atom der elektrischen Ladung selbst.

Wenn die Elektronen die Grundlage der Elektrizität der Masse*), also aller Gase, Flüssigkeiten und festen Körper sind, wie die Radiochemie im letzten Jahrzehnt mit Erfolg klargemacht hat, wenn elektrische Energie und Lichtenergie gleich wie die Gravitation ein und demselben Gesetz folgen, dann muß der nächste Schritt der Einsicht die Verknüpfung des Lichtes mit den Elektronen sein. Und von hier aus sind auch die Zugänge offen für das Verständnis des Magnetismus wie der anderen Strahlungen, die als *Röntgen-*, *Kathoden-* oder *Kanalstrahlen*, als *Radioaktivität* usw. die Menschheit seit einem Menschenalter in Erstaunen setzen. Von ihnen sind die am einfachsten verständlichen die *Kathodenstrahlen*, die bekanntesten allerdings die, welche 1895 *Röntgen* zu München der wissenschaftlichen Welt vorführte, während der *Magnetismus* schon lange das Erstaunen erregt hatte, bevor die Menschheit von anderer Elektrizität wußte, als *Blitz* und *Nordlicht* ihm darbieten.

Deshalb entwickelte sich die heute noch als Anhang in der Physik besonders behandelte Lehre vom Magnetismus als Disziplin für sich und erschwerte

---

*) In diesem Sinne kann der Mensch als das Elektrizitätswesen an sich bezeichnet werden. Man bedenke nur folgendes: Unsere Sinne perzipieren nur „Materie und ihre Funktionsformen, nämlich Energien"; nach der Relativitätslehre ist Masse und Energie sogar dasselbe. Alle Energien sind Transformationen der Elektrizität. Auch die „Masse" ist nach den unangefochtenen Ergebnissen der Physik als scheinbare Masse nichts als elektrische Energie. Daher kann man mit Recht sagen, wir perzipieren nur Elektrizität in ihren verschiedenen Erscheinungsformen. Mit anderen Worten, aus dem ganzen Komplex der Welt wird für uns nur die Elektrizität zum Erlebnis. Insofern sind wir das spezifische Elektrizitätswesen, was ein Problem für sich ist.

4*

dadurch lange Zeit das einheitliche Verstehen der Phänomene, obwohl schon die erste Jugenderfahrung mit einem der aller Welt bekannten Hufeisenmagneten jedermann darauf aufmerksam machen konnte, daß die elektrischen Grunderscheinungen von Anziehung und Abstoßung (vgl. Abb. 13), somit der Polarität auch bei diesen in der Natur gefundenen rätselhaften Eisensteinen vorhanden seien, an die die Vorzeit allerdings nur Märchen knüpfen konnte.

Erst als es gelang, durch Anwendung einer sogenannten *Induktionsspule* (einer hohlen Metalldrahtspule, in deren Höhlung man Eisen oder Stahl brachte), dieses durch einen elektrischen Strom magnetisch zu machen — eine Erfindung, deren Konsequenzen zu den heutigen Funkeninduktoren der elektrischen Motoren und den Riesendynamomaschinen, zu Telegraph und Telephon, mit einem Wort, zu den unschätzbaren materiellen Werten der Elektrotechnik führten, — wurde es allmählich klar, daß Elektrizität und Magnetismus auf derselben Eigenschaft beruhen, und *daß alle elektrischen Phänomene eigentlich elektromagnetische Vorgänge sind.* Damit war der Magnetismus als besondere Naturkraft aus dem Gesetzbuch der Welt gestrichen und bedarf auch für uns keiner ausführlichen Erörterung mehr.

Nur kurz will ich daher erwähnen, daß auch der Magnetismus den Gesetzen der Elektrostatik (s. S. 47) und Gravitation folgt, daher den Wellengesetzen unterliegt. *Faraday* hat gezeigt, *daß der Magnetismus eine Eigenschaft aller Körper sei*; ob es sich um Glas, Holz, Blei oder Eisen, Flüssigkeiten, Gase, selbst Flammen oder um das Licht handle, überall läßt sich die Bildung jener „*Kraftlinien*“ nachweisen, die man so einfach anschaulich machen kann, wenn man einen Magneten auf Eisenfeilspäne wirken läßt (vgl. Abb. 13*). Man kann hiedurch die Richtung und Größe der magnetischen Kräfte, kurz mit einem Wort das *magnetische Feld* sichtbar machen und hat auf diese Weise Einblick erlangt, sowohl darein, daß in einem Magneten schon die Moleküle nach bestimmter Richtung geordnet sein müssen, wie auch

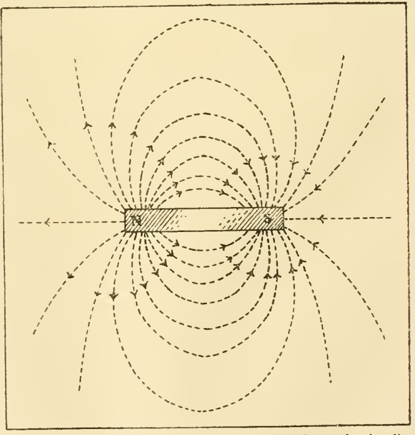


Abb. 13. Das „Magnetische Feld“ mit seinen durch die Anordnung von Eisenfeilspänen verratenen Kraftlinien.

*) Die Beeinflussungen von Strahlungen durch ein magnetisches Feld führten zu den weitreichendsten Einblicken in das Wesen der Materie. Näheres hierüber siehe in Band I dieses Werkes auf Seite 23 sowie in Abbildung 75 dortselbst.

daß die vektoriellen Eigenschaften, deren große und grundlegende Bedeutung unserem Nachdenken zuerst bei Betrachtung der Kristallwelt aufgegangen ist (Bd. I S. 118), in allem, worin Elektromagnetismus seine Wirkung hat (und das ist doch die gesamte Erscheinungswelt), ihre große, noch nicht fundamental genug beachtete Rolle spielen. Nun steigert sich die Bedeutung dieser Tatsachen ins Ungemessene dadurch, daß die Erde als Ganzes selbst ein ungeheuerer Elektromagnet ist, woraus sich das natürliche Vorkommen von *Magneteisen,* als einer stark magnetischen Substanz ohne weiteres erklärt. In seinen Konsequenzen haben diesen Satz die Chinesen schon seit dem Tage des frühen Mittelalters gekannt, an dem sie den *Kompaß*, d. h. den natürlichen Magneten anwendeten, der sich dem Gesetz der vektoriellen Einstellung folgend gegen den Nordpol der Erde immer untrüglich orientiert, wenn man ihn frei aufhängt, und so dem Seefahrer zum verlässigen Berater auf der irreführenden Wasserwüste wird.

Die *Magnetnadel* hat bekanntlich eine Abweichung *(Deklination)* von etwa 10 Grad zum geographischen Meridian*) als Zeichen dessen, daß der geographische und magnetische Pol der Erde aus noch unverstandener Ursache nicht zusammenfallen. Es hat demnach auch die Erde als Ganzes ein magnetisches Feld, das sich als ein höchst kompliziertes Gebilde von übereinander gelagerten Teilfeldern erwiesen hat. Eine ganze Wissenschaft dickleibiger Bücher hat sich da aufgetan unter der Gesamtbezeichnung *Erdmagnetismus,* deren Hauptresultate leider noch nicht den richtigen Zusammenhang mit dem sonstigen Weltbild gefunden haben. Denn noch versteht man nicht, woher das permanente Feld und die Variationsfelder, die man zu unterscheiden gelernt hat, stammen; noch ist keine befriedigende Deutung gewonnen für die säkularen und die sonnen- und mondtäglichen Variationen, die im Sommer und bei Tag groß, bei Nacht und im Winter klein sind und mit den Sonnenflecken ebenso wie die luftelektrischen Erscheinungen im Zusammenhang stehen. Es gibt auch *magnetische Gewitter,* wie das große vom 14. Mai 1921, bei dem sich herrliche Nordlichter bis Bayern zeigten, die oft genug die telegraphischen Leitungen stören.

Es ist daher nur eine Ansicht, aber noch keine sichere Lehre, wenn man das *Gesetz des Erdmagnetismus* etwa in folgende Sätze kleidet: Die Sonne schleudert (offenbar in den *Sonnenfackeln*) eine ungeheure Menge von Elektronen aus, die als Kathodenstrahlen, wie der norwegische Physiker *Birkeland* an *künstlichen Nordlichtern* experimentell bewies, in den Polarlichtzonen und in einem äquatorialen Gürtel eingesogen werden und die Ursache des prachtvollen Phänomens der *Polarlichter* (vgl. Bd. I Abb. 100), der luftelektrischen Ströme und der magnetischen Störungen sind. Das ist wahrscheinlich der innere Zusammenhang der *Sonnenfleckenperioden* **) und der gleichen Periodizität der magnetischen, sowie der atmosphärischen Ge-

*) Desgleichen eine *Inklination* von 60° zum Horizonnt. — **) Man bedenke, daß die Sonnenflecken für Wolken von Metalldämpfen gehalten werden.

witter.[16]) Im engeren stellt man sich das so vor, daß die Erde durch diese Elektronenmenge in einen ungeheuren Magneten mit Süd- und Nordpol verwandelt wird, was sich um so mehr ausspricht, als ihr Kern (daher die Inklination der Magnetnadel!) aus Eisen besteht. Wo immer an ihrer Oberfläche Eisen zu finden ist, hat es die Neigung, magnetisch zu werden. Dies der Ursprung der natürlichen Magnete. So kommt durch ein außerirdisches Stromsystem auf dem Wege der Induktion in den magnetisierbaren Massen das permanente Magnetfeld zustande. Die Partialfelder unterliegen dagegen dem Einfluß der Luftdruckschwankungen, der Gezeiten des Mondes und der Sonne, die atmosphärische Bewegungen und durch deren Reibung elektrische Ströme hervorrufen. Durch Induktion entstehen im Erdinnern gleiche, die wieder ihre stets wandernden magnetischen Wirkungen der Partialfelder haben, wobei alles dies gefördert oder beeinträchtigt wird von der steigenden oder sinkenden Temperatur.

Ist so der Magnetismus in allen seinen Auswirkungen nur eine Nebenerscheinung der allgewaltigen Elektrizität, so sind die *Röntgenstrahlen*, die der Deutsche *Röntgen*, der Ungar *Lenárd* und der Franzose *Perrin* auf gleichem Wege entdeckt haben, insofern gewissermaßen der Gegenpol der elektrischen Wellen, als sie die Fortsetzung der im Spektrum sichtbaren Schwingungen nach der Seite des Ultraviolett zu darstellen. Sie haben sich — akustisch gesprochen — um etwa 10 Oktaven höher als die ultravioletten Strahlen erwiesen, denn ihre Wellenlänge beträgt nur 0,05 mm, in den Extremen sogar nur 0,001—0,00001 μ, da es „Röntgenfarben", d. h. Wellen von verschiedener Länge gibt. Ihre Wellennatur schien dadurch zweifelhaft zu sein, da sie absolut unbrechbar sind; man hält sie auch nicht für zusammenhängende Wellenzüge, sondern für einzelne zerrissene Wellen. Sie wurde aber dennoch jedem Zweifel entrückt, seitdem man an ihnen Beugungs- und Interferenzerscheinungen, seit *Ch. Barkla* auch Polarisation nachgewiesen hat. Heute weiß zum mindesten jeder Arzt, wie Röntgenstrahlen entstehen, und welche wesentlichen Eigenschaften sie besitzen. Aber im Jahre 1895 war es eine atembeklemmende Überraschung, zu sehen, daß in einer möglichst luftleer gemachten *Geißler-*

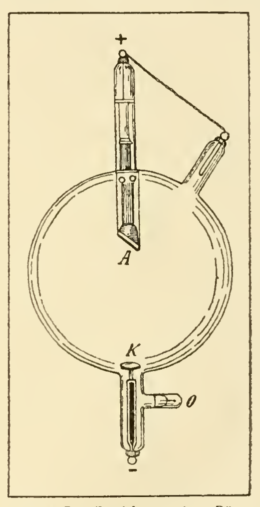


Abb. 14. Die Einrichtung einer Röntgenröhre. In eine evakuierte Glaskugel ist eine metallspiegelartiges Blech, die Kathode K eingeschmolzen. Von ihr gehen bei der Einleitung eines hochgespannten Induktionsstromes Kathodenstrahlen aus, die das schiefgestellte Metallblech der Antikathode A treffen, von dem die Röntgenstrahlen zurückgeworfen werden. Die Einrichtungen der Anitkathode dienen zur Ableitung der reichlich erzeugten Wärme. Sie wird zugleich als Anode benutzt. O = die Osmoregenerierung, die das Vakuum immer wieder auf den gewünschten Standb bringt.

schen Röhre, einer sogenannten *Hittorff*'schen Röhre (Näheres siehe in Bd. I, Seite 59 und Abb. 11) beim Hindurchgehen des elektrischen Stromes, von der Wand des Glases, wo die entstehenden Kathodenstrahlen aufprallen, neue Strahlungen höchst merkwürdiger und auch gesundheitsschädlicher Art ausgehen. Durch sie fluoresziert die Glaswand grün, sie läßt sie durch, und nun strahlen sie in den Raum mit einem Durchdringungsvermögen einziger Art. Durch alles gehen sie in allerdings verschiedenem Maße hindurch, nur Metalle, namentlich Blei, setzen ihnen wesentlichen Widerstand entgegen. Desgleichen haben sie die Eigenschaft, photographische Platten zu schwärzen, also photochemisch wirksam zu sein, wenngleich sie für das Auge, wie alles ultraviolette Licht, unsichtbar sind.

Auf diesen Eigenschaften beruht ihre medizinische Verwendbarkeit. Leisten sie doch das anfangs wahrhaft okkult Anmutende, daß sie einen Menschen durchleuchten, der zwischen eine *Röntgenröhre* (Abb. 14), die nur eine handsam gemachte *Hittorffröhre* ist, und einen mit Bariumplatincyanür bestrichenen Fluoreszenschirm tritt. Das wohlabgestufte Schattenbild seines Leibes wird sichtbar; am dunkelsten erscheint das Skelett, die Schattenumrisse der Eingeweide, Herz und Lunge, alle inneren Bewegungen werden sichtbar und, namentlich wenn man mit röntgenlichtundurchlässigen Mitteln, wie die Wismuthspeise der Magenkranken eine ist, nachhilft, erhält man einen zaubergleichen Einblick in das Getriebe des Leibes, das dem Arzt bei Knochenbrüchen und Krankheiten, Schußverletzungen, Magengeschwüren, Herzdeformationen, Darmleiden zur Diagnostik heute ganz unentbehrlich geworden ist und schon zahllosen Menschen das Leben gerettet hat, um so mehr, als man ja die Bilder dieser Röntgenstrahlen photographisch festhalten, daher in aller Muße studieren kann.

Aber nicht das ist für den Intellekt, der den Gesetzen der Welt nachforscht, wesentlich, sondern die wunderbaren Tatsachen, durch die sich die Röntgenstrahlen in Beziehung zur Chemie und Kristallotik gesetzt haben. Die Röntgenstrahlen besitzen die Eigenschaft, die Luft zu ionisieren, d. h. ihre Moleküle zu zersprengen und jeden Körper, auf den sie fallen, zur Aussendung von sekundären Röntgenstrahlen zu veranlassen, was besonders für Metalle von höherem Atomgewicht als 27 zutrifft, die dann ganz charakteristische *Sekundärstrahlen* aussenden, welche alle ihre spezifische Wellenlänge besitzen, also, wenn man es so nennen darf, ihre „*Röntgenfarbe*" haben.

Das gilt letzten Endes, wie sich neuestens herausgestellt hat, für jedes Element, und dessen spezifisches Röntgenspektrum gehört gegenwärtig geradezu zu den Typusqualitäten der Elemente und hat ebenso wesentlich zur Aufdeckung der Atomstruktur beigetragen, wie die röntgenologische Untersuchung der Kristalle, welche mit den Bewegungs- und Interferenzerscheinungen der Röntgenstrahlen bekannt machte und die Raumgitterauffassung vgl. Band I Seite 127, Abbildung 36) sicherstellte.

Alles das hat freilich noch nicht das Denken zwingend zum Verständnis der wahren Natur dieser merkwürdigen Wellen geführt. Es ist erst eine Tatsachenfeststellung, aber noch keine Erklärung, wenn man sagt: Röntgenstrahlen entstehen durch starkes Bremsen von negativen Elektronen *(Stokes)*, wenngleich sie trotzdem mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes fliegen. Jedenfalls erklären sich auf diese Weise die starken Wärmewirkungen, welche sie überall auslösen, wo sie auftreffen, und die schon manchen nicht genügend achtsamen Arzt oder seine Patienten schweren Verbrennungen aussetzten.[17])

Alle die Erkenntnisse, welche auf den letzten Seiten dieses Kapitels auseinander gelegt sind, bilden, wenn man sich ihrer zusammenfassend erinnert, einen Kreis, in dessen Zentrum ein Begriff, der des *Elektrons* liegt. Die Röntgenstrahlen, für deren korpuskulare Natur neuestens *(Bragg, Barkla)* natürlich aus demselben Zwang gestritten wird, aus dem man das Licht als „Elektronenmaterie" betrachten muß, enthüllen uns in den Linienspektren der Elemente deren Atome als ein komplexes System von Elektronen; die Elektrizität hat sich als nichts anderes denn eine Mechanik der Elektronen erwiesen, das *Zeemann-Phänomen* ließ erkennen, daß es Elektronen sind, die im „Duplet" und „Triplet" die Farben erzeugen, die Elektrolyse zeigte die Atome mit Elektronen im Bunde, ebenso alle Vorgänge von Ionisierung, in den Kanalstrahlen sausen Gasionen dahin, in den Kathodenstrahlen die freien Elektronen selbst, der elektromagnetische Vorgang, dem die Erde unterliegt, hängt von der Flut polarer Elektronen ab; kurz, *das Elektron ist sozusagen im Begriff, die zentrale Vorstellung von allem zu werden, was mit dem Begriff Energie überhaupt zusammenhängt.*

An nichts zeigte sich das heller beleuchtet, als an der großen Erweiterung des Wissens von der *Radioaktivität*, die die Chemie in dem letzten Jahrzehnt erfahren hat. Alles Wesentliche hierüber haben wir schon in anderem Zusammenhang aufgezeigt (vgl. Bd. I S. 142); hier sei nur darauf verwiesen, daß die β-Strahlung des Radiums nichts als eine Elektronenstrahlung ist, daß die vielgenannten Teilchen der α-Strahlung die Kerne der Atome darstellen, indem die α-Strahlung doppelt positiv geladene Heliumionen sind. Beides sind Erkenntnisse, die man *Rutherford*, diesem strahlendsten Namen der zeitgenössischen Physik, verdankt. Die sämtlichen Erscheinungen der Radioaktivität sind damit wieder auf das Kernproblem des Weltphänomens bezogen: auf die Elektronik.

Die Atome der radioaktiven Körper sind zerfallende Atome. Sie sausen auseinander, ihre negativen Elektronen werden frei; Heliumionen entführen die positiven Elektrizitätsbestandteile, wobei als Begleiterscheinung eine Art Röntgenstrahlen (die γ-Strahlen) auftreten. Eine ungeheure Energiemenge wird dadurch befreit, und die Menschheit, die sich schon heute dessen rühmt, die *Atomzersprengung* als Kraftquelle sich dienstbar machen zu können, wird nicht ruhen, bis nicht diese Einsichten ihr noch andere

Früchte getragen haben, außer den ideellen, die in dem neuen Wissen von dem Aufbau der Elemente durch eine Elektronenmechanik und daher von ihrer Umwandlung reifen. Denn unter dem Banne der materialistischen Idee sucht ja die Menschheit im Paradiesesgarten der Natur nicht nach der Erkenntnis der Gesetze, um danach ihr Leben reiner, vollendeter und harmonischer gestalten zu können, sondern ausschließlich nach goldenen Früchten, nach Dingen, die ihre Genußsucht befriedigen und ihr Herrschaft über die Natur verleihen. Die durch nichts verzehrbaren ungeheuren Mengen von Wärme, die das *Radium* und seine Verwandten ständig in den Weltraum hinaussenden, sind ein unleugbarer Beweis dafür, daß im Atomzerfall tatsächlich diese so heiß gesuchte, ungeheuerste aller Energiequellen eröffnet werden kann.

Die Lehre von den Gesetzen der elektrischen Wellen schließt ja mit der Erkenntnis, daß die aus dieser Materie und ihren Wellen aufgebaute Welt, also die unserer Physik einer steten Wandlung, einem Zerfall und Neuaufbau unterliegt, durch den die Wärme, die „Mutter aller Energie", ins Dasein gerufen wird. Allerdings ist dieser Zerfall ein außergewöhnlich langsamer. Die Erscheinungen der Radioaktivität gestatten keinen anderen Rückschluß, als daß von den Billionen von Atomen, die nicht nur in einem Milligramm Radium vereinigt sind, in einer Sekunde nur äußerst wenige zerfallen. Und dem Zerfall ausgesetzt ist jederzeit ein im Verhältnis gar nicht darstellbar kleiner Bruchteil der Welt. Es kann z. B. auf Erden ein Atomzerfall überhaupt nur in den äußersten Schichten stattfinden. Der Engländer *Strutt* fand, daß in den Gesteinen, welche uns zugänglich sind, durchschnittlich eine Million Kubikmeter nur an acht Gramm Radium enthält. Überträgt man diese Rechnung auf den ganzen Erdball, so müßte dessen Radiumgehalt dreißigmal so viel Wärme entwickeln, als die Erde durch Strahlung verliert; mit anderen Worten, sie müßte eine Sonne sein und immer heißer werden. Da dies aber nicht der Fall ist, so kann in den tieferen Erdschichten kein nennenswerter Atomzerfall stattfinden. Wohl aber ist solches auf der Sonne mit ihrem Heliummantel denkbar, und das Problem der Sonnenhaftigkeit erscheint auf einmal in neuer Beleuchtung.

Mit diesen Gedanken aber auch die Frage nach der *Wärme,* die als letztes mit den Erscheinungen der Wellenbildung untrennbar verknüpft ist. Die *Wärmestrahlen* sind unserer Betrachtung schon entgegengetreten als eine Wellenbewegung, die jenseits der roten Lichtstrahlen Schwingungen von 0,0008 bis 0,006 mm ausführt, die sogar bis $^1/_3$ mm gesteigert werden können (vgl. S. 40) und ebenfalls mit Lichtgeschwindigkeit den Raum durcheilen und allen Gesetzen der Wellen dabei folgen. Die Vorstellung von Wärme als Molekularbewegung (vgl. Bd. I S. 114) hat die physikalische Forschung schon lange vor ihrer heutigen Verfeinerung zu der Überzeugung gebracht, daß alle physikalischen Erscheinungen Wärmereaktionen, nämlich Energie sind, gleichwie die Wärme auch den Punkt bestimmt, an dem

alle chemischen Veränderungen, auch der Lebensprozeß, stattfinden. Wer also noch Zweifel daran gehabt hat, daß die Wellenfunktion die elementare und allgemeine Funktion des Seins sei, dem müssen sie nach diesen Feststellungen schwinden.

Die Gesetze der Wärmestrahlung sind bei diesem Stand der Dinge dann natürlich von ganz besonderer Wichtigkeit, und das verleiht dem Umstande, daß *Planck* das Quantenmäßige oder, wenn man so sagen will, das Gesetz der multiplen Proportionen gerade an der Wärmestrahlung konstatiert hat, jene universelle und das Weltbild im Tiefsten beeinflussende Bedeutung, die ich mich im ganzen Verlauf meiner Erörterungen bemühte herauszuarbeiten. Auch das *Stefan*'sche *Gesetz* von der Quantität der gesamten, von einem Körper ausgestrahlten Wärmemenge, das besagt, daß diese der vierten Potenz seiner absoluten Temperatur *) proportional sei, hat daher die weittragendsten Konsequenzen. Durch seine Kenntnis konnte an Hand der exakten Beobachtung, daß je ein Quadratzentimeter der Erdoberfläche in der Minute von der Sonne drei Kalorien empfängt, die Temperatur der Sonne mit großer Wahrscheinlichkeit auf 6500° **) bestimmt werden.

Da nun aber die Wärmemengen aus mechanischer Arbeit entstehen und in der Gleichung der *Joule*'schen *Zahl* (vgl. S. 49) einfach als Gradmesser der Energie gleichgestellt werden können, ist der Weltprozeß, nämlich die Verwandlung der Energieformen zu einem Wärmephänomen geworden, und die *Temperaturforschung* gewährt weit über das hinaus, was ihr zoëtische Einsicht meist zuschreibt, einen Einblick ins innerste Herz des Weltenseins selbst. Zum Glück verfügt die Forschung seit der Entdeckung des Amerikaners *S. P. Langley* in dem *Bolometer* über ein Instrument, das Temperaturänderungen von einem Zehntelmilliontel Grad Celsius angibt, also die Wärme einer Kerze noch in zwei Kilometer Entfernung. Danach konnte man Bestimmungen von höchster Exaktheit vornehmen, und somit verdient es Vertrauen, wenn angegeben wird, daß das gewöhnliche Küchenherdfeuer nur 3—400° C warm ist, eine Gasflamme aber 6—700°, das elektrische Bogenlicht, die heißeste aller irdischen Wärmequellen, sogar 3600°. Bei dieser Hitze, die doppelt so hoch ist wie die des weißglühenden Eisens, verlaufen alle chemischen Reaktionen entgegengesetzt wie in der Zoësis. Jeder chemische Körper löst sich dabei in seine Atome auf; man nennt das gemeinhin „gasförmig werden“ und es ist immerhin diskutabel, ob nicht bei Sonnentemperatur auch das Gefüge des Atombaues seinen Bestand verliert. Jedenfalls ist die Sonne ein Hitzereservoir, das den *Merkur* (nach *Arrhenius*) auf 3979° C, sogar die *Venus* auf eine mittlere Temperatur von 40° C bringen kann, dessen Wirkungen durch nichts vielleicht besser de-

*) Absolute Temperatur eines für unser Thermometer 100° C messenden Körpers ist — 273 + 100 = — 173°.

**) Nach dem *Wien*'schen *Verschiebungsgesetz* berechnet beträgt ihre Temperatur ebenfalls nur 5800° C.

monstriert werden können, als durch die Tatsache, daß der *Mond* so viel Wärme abgibt, wie ein schwarzer Körper von 110° C Wärme *(Lord Rosse)*.[18])

Wäre nicht diese Wärmequelle vorhanden, würde nicht nur der biologische, sondern auch jeder chemisch-physikalische Prozeß auf Erden erlöschen, denn bei der absoluten Temperatur von 273° C unter Null hört offenbar auch jede Atombewegung auf. Richtiger wäre es freilich zu sagen, daß das Aufhören jeder molekularen (und auch wohl atomären) Bewegung von uns als der Zustand von — 273° registriert wird, da ja nicht die Wärme die Bewegungen hervorruft, sondern die Bewegungen von dem Menschen vielmehr als Wärme empfunden werden. Bei dieser Gelegenheit möchte ich meiner Überzeugung Ausdruck geben, daß weder im Weltenraum noch sonst irgendwo jemals die absolute Temperatur geherrscht hat, da sonst der Weltprozeß eine Unterbrechung erleiden würde.

Wir sehen am Himmel, wie die Nebelmassen aufglühen, d. h. von dem dunklen Zustand sich in leuchtende verwandeln (vgl. Bd. I S. 75); das wäre bei absoluter Temperatur aber auch absolut unmöglich. Die Bewegung, schärfer gefaßt, die Schwingung und, allgemeiner ausgedrückt, die Funktion ist von dem Sein unzertrennlich. Kein Sein ohne Funktion, also Bewegung der Teile, daher auch kein Sein bei absoluter Temperatur. Diese beiden Begriffe Sein und absolute Temperatur schließen einander gegenseitig aus.

Schon bei einem namhaften Sinken der zoëtischen Temperatur tritt ein Weltbild ins Erleben, das allen Sinnen fremd ist. Bei großer Kälte, wie sie Polarfahrer gelegentlich erlebt haben[19]), konnten metallene Gegenstände nicht mit bloßer Hand berührt werden, ohne schwere Verbrennungserscheinungen zu erzeugen, der Atem fiel als Schnee zu Boden, und Eisenbeile waren zerbrechlich wie Glas. In den physikalischen Sammlungen, so im Deutschen Museum zu München, kann man sich mit dem merkwürdigen Phänomen der *flüssigen Luft* unterhalten, denn Luft auf 140° unter Null unterkühlt, fällt wie reines Wasser zu Boden, bei einer noch etwas tieferen Temperatur verwandelt sie sich in festen Schnee. Bei — 240° wird selbst das flüssigste und leichteste aller Gase, der Wasserstoff, fest, und bei einigen Graden darunter erstarrt auch er.

Schon bei 200° Kälte sendet Milch schwach blaues Licht aus, und Eier werden zu Leuchtkugeln. Eiweiß leuchtet bei dieser Temperatur so stark, daß man bei diesem Licht lesen kann. Sauerstoff wird zu einem blauen Schnee von stark magnetischen Eigenschaften, die Kräfte der Kohäsion steigen enorm, und selbst das Licht verliert etwa 80% seiner aktinischen Strahlen. Nur von dem Zustand der Welt bei absolutem Nullpunkt kann man sich keine Vorstellung machen, weil es nicht gelungen ist, ihn herzustellen.[20]) An dem Vergleich dieser phantastischen Welt mit unserer zoëtischen zerreiben sich die letzten Zweifel, so einer noch welche gehegt hätte, daß Wärme, beziehungsweise ihr mechanisches Äquivalent Bewegung, als notwendige Funktionsform das Sein in den gewohnten Formen bedingt.

Mit anderen Worten: *der Wärme zwischen — 273° und einigen zehntausend Grad entsprechen die Seinsformen des Weltalls, jener zwischen — 70° und etwa 3600° C die unseres Erdballs.*[21]) Oder noch einfacher: *Die Funktion der wellenförmigen Schwingung innerhalb der so normierten Grenzen bedingt die uns bekannten Erscheinungsformen der Welt.* Besonderheiten dieser Wellenfunktion oder Bewegung und Änderung schlechthin, die durch die bisherige Zergliederung noch nicht erfaßt wurden, sind der Rhythmus und die Variation dieses Rhythmus in den Erscheinungen des chemischen Vorganges uns seiner Beschleunigung *(Katalyse)*, sowie die Variation der Funktionsformabänderung, wie sie im Geschehen so tausendfach täglich vor Augen tritt.

Ebenso allgemein, wie die Ordnung der Änderungen in Wellen ist die Tatsache, daß dieser Zusammenhang der Erlebnisse nicht ein einmaliger ist, sondern durchgängig, also auch für das Verhältnis der Wellen zueinander gilt. Die Stimmgabelversuche, von denen wir in der Akustik ausgegangen sind, haben diese Tatsache unmittelbar graphisch anschaulich gemacht, indem sie verrieten, daß zwei oder noch mehr Integrationsstufen von Schwingungen ineinander greifen. Kleine Schwingungen werden zu größeren Wellen zusammengefaßt, was sich hörbar in dem jedem musikalischen Ohr so wohlvertrauten Mitklingen der Obertöne in jedem Klang ausspricht. Anders ausgedrückt: *das Gesetz der Integrationen macht sich eben auch in den Funktionen, vor allem in der elementarsten, in der Wellenbewegung geltend.* Dadurch entsteht eine Wiederkehr sowohl rein wiederholend als *Periodizität* und *Rhythmus*, die beide infolgedessen sich in allem Sein melden müssen, wie auch integriert in höheren Seinsstufen. Mit dieser für einen Kopf, der durch die Vorstufen dieses Werkes gegangen ist, höchst einfachen Feststellung ist uns ein Phänomen verständlich geworden als Notwendigkeit des Weltenbaues, das in jeder seiner Äußerungen von den uns Fernstehenden nun schon seit Generationen immer wieder mit großem Geschrei angestaunt und manchmal den mystischen Erscheinungen zugerechnet wird. *Das ist die Erscheinung der Periodizität aller Geschehnisse, im Leben und außer ihm*, die von Naturforschern, Biologen und Philosophen, Historikern und Mathematikern viel erforscht und noch bis jetzt als geheimnisvoll innerste Mystik des Weltproblems, gewissermaßen als Türe zur Metaphysik empfunden wurde.

In gewissen alltäglich erlebten Äußerungen erscheint es freilich jedermann als selbstverständlich. (Als ob das „Selbstverständliche weil Alltägliche" weniger geheimnisvoll sein müßte, als ob Gewöhnung eine Erklärung sei!) So macht sich kaum jemand Gedanken über die *Systole* und *Diastole* des Herzens, d. h. den Rhythmus des Herzschlages, obschon gerade er den Anlaß und das erste Bedürfnis zur Zeitmessung und dadurch zur Aufstellung des Begriffes Zeit gegeben hat. Ebenso selbstverständlich erscheint das regelmäßige Atemholen, also der Rhythmus der Atemimpulse,

um die Sache physiologisch auszudrücken. Desgleichen der allerdings nicht mehr so absolut unveränderliche Rhythmus von Wachen und Schlafen. Wer eingehender vertraut ist mit der Physiologie des Menschen, kennt das „*Treppenphänomen*", d. h. die rhythmische Beantwortung der Reize durch Muskelkontraktionen, ebenso, daß in den Nerven rhythmische Aktionsströme pulsieren.

Wie es dem Empfinden nicht schwer fällt, diese und hundert andere im Erleben des eigenen Leibes zutage tretende Rhythmen in die Kategorie der Dinge abzustoßen, über die man nicht nachdenkt, so verführt zur Denkfaulheit die Formel: diese Rhythmen gehörten eben zum Wesen des Lebens. Was aber, wenn unabhängig vom Menschen und auch von den tierischen und pflanzlichen Organismen, deren ganzes Sein von Periodizität beherrscht ist, auch in der anorganischen Natur allenthalben ewiger Rhythmus pocht? Mathematisch festlegbar, nein: sicherer sogar, als die leider nur relative Analysis feststellen kann, mit absolutem Rhythmus dreht sich die Erde um sich selber und um die Sonne, geht der Sterne Chor auf und nieder, vollzieht sich „Periodik" am Himmel nach überwältigenden Gesetzen. Der Rhythmus der Jahre, der Jahreszeiten, der Tage und Stunden, bedingt hundertfache Rhythmen im irdischen Geschehen. Von ihm hängen ab die *Phänologie* im Aufblühen und Erscheinen von Pflanzen- und Tierformen, der Donnergang der Gezeiten, der Weg der Winde, die Wiederkehr der täglichen barometrischen Schwankung, die jährliche zweimalige Wanderung der Zugvögel, die Periodizität der Frauen, der hochzeitliche Rhythmus einer Brunst- und Paarungszeit, die Jahresringe der Bäume, der Generationswechsel, das Wellenspiel der Transgressionen und Klimamigrationen, kurz fast alles, was uns am Antlitz der Natur als Änderung entgegentritt, *weil jede Änderung eine zyklische, in Perioden wiederkehrende Änderung ist.* Diesem Pulsschlag ist tägliches Leben und Gemütsleben, Geistesleben, Geschäfts- und Staatenordnung angepaßt durch Arbeits- und Erholungseinteilung und durch Gliederung von allem, womit wir uns beschäftigen, in Abschnitte von verschiedener Integrationshöhe.

In zahllosen Dingen, wo noch keine Periodizität (ihr Studium ist im Begriffe, durch *Freud, Fleiß* und neuestens *P. Kammerer*[22]) die gebührende Beachtung zu finden) bekannt ist, stellt sie sich bei tiefer dringender Erkenntnis heraus und muß sich auch herausstellen, da Periodizität eine fundamentale Eigenheit der Funktion ist, also untrennbar zum Sein gehört. So hat sich neuestens gezeigt, daß in den natürlichen Gesteinen, aber auch in den künstlichen Bausteinen eine rhythmische Kristallisation erfolgt. Man beobachtete das z. B. an den Sulfaten, wie solche die Ziegel der Großstadthäuser in sich schließen, wodurch sich dann die Ziegel in Platten abschälen. Der Chemotechniker *Liesegang* beschrieb z. B. auch rhythmisch eintretende Fällungen, durch die das Entstehen der tierisch-pflanzlichen Zeichnungen faßlicher wurde. Und so ließe sich, wenn hundert Belege eine Tatsache

fester auf die Beine stellen könnten als ein Halbdutzend, ein großes Material anhäufen, das immer wieder nur das Eine beweisen würde, *daß rhythmische Funktionen durchgängig verbreitet sind.*

Der experimentellen *Psychologie* ist das auch nicht entgegen, und sie hat eine Lehre vom Rhythmus geschaffen, deren wichtigstes Gesetz, das der *Zeitgestalten*, folgendes feststellt: Eine längere Reihe rhythmischer Eindrücke tritt im Bewußtsein aus unvermeidbarem seelischem Zwang zu Gruppen zusammen, deren Ausgestaltung in hohem Grad der Willkür unterliegt.

Man mache den Versuch, wozu sich bei einer Eisenbahnfahrt die beste Gelegenheit bietet. Man taktiert bei den gleichmäßig erfolgenden Stößen unwillkürlich mit, wobei sich dann von selbst rhythmische Gruppen (Quanten) einstellen, denen man mit Vorliebe metrische Formen, Verschen oder sehr ausgeprägte Melodien unterlegt. Und wenn man dann gewitzigt durch dieses Erlebnis irgendeine Rhythmuserfahrung anderer Art analysiert, wird man bald finden, daß stets aus innerem Zwang einige Elemente daraus zu Einheiten zusammengefaßt werden. Es entsteht, wie sich die Psychologie ausdrückt, „ein Betonungsrelief unter den Gliedern jeder Gruppe“:[23])

Auf diesem inneren Zwang zur „Zeitgestaltung“ beruht ein ganz erheblicher Teil der Technik des Kunstschaffens, und damit ist die Brücke für das Verständnis geschlagen, wieso Kunst auch darin die Weltgesetze wiederholt. *Architektur, Skulptur und Malerei haben überall diese Zusammenfassung, die Quantenbildung, wenn man es so nennen darf, in ihren rhythmischen Gestaltungen durchgeführt* und empfinden nur solches als schön, während ein Rhythmus ohne diese Gliederung ihnen leer und nichtssagend erscheinen würde. Man denke, um sich das anschaulich zu machen, an die Mäander- oder Palmettenornamente der griechischen Baukunst oder die Bedeutung der Gliederung eines Gebäudes in Haupttrakt und Seitenflügel: Oder noch deutlicher wird man die Wahrheit des Gesagten empfinden, wenn man sich an die Bedeutung und Notwendigkeit des Rhythmus in Poesie und Musik erinnert. Nicht nur, daß beide ohne diese taktmäßigen Wiederholungen ihre Formen schlechthin verlieren, sondern sie bedürfen auch der Quantenbildung im Bereich der Rhythmen durch stärkere Betonung einzelner Elemente und Zusammenschluß von Gruppen anderer nicht betonter um sie.

In der Dichtkunst bestimmt das *Versmaß* die rhythmische Einheit, aus deren Wiederholung, beziehungsweise Variation, der Vers entsteht, wobei eine die Schönheit der Sprache bestimmende Vielfältigkeit dieser Variation den Ausschlag gibt. So würden einfache Metren wie der Jambus (◡ –) in monotoner Aneinanderreihung unschön wirken, weshalb da stets zwei Versfüße gekoppelt sind, während z. B. die Daktylen (–◡◡) als dreisilbiger Versfuß schon als ein „Quantum“ gelten, das für sich bestehen kann. Dabei tritt aus der Metrik sofort das von uns von allen Dingen der Welt zu fordernde Integrationsgesetz entgegen, denn die Versfüße sind zusammengeschlossen zu *Trimetern, Pentametern, Hexametern,* diese wieder zu Stro-

phen und solche zu Gedichten, die in Zyklen wieder ihre höhere, in sich geschlossene Einheit mit spezifischen Integrationsstufen finden, so daß dem Kundigen das ganze Abbild des Weltenbaues im Werk der Dichter entgegenblickt.

So schließt sich auch in der Musik die Rhythmusgruppe zum Takt zusammen und Takte durch Legato und Betonungszeichen zu Gruppen; geschlossene Melodien, die variiert wiederkehren, steigen zur höheren Inte-

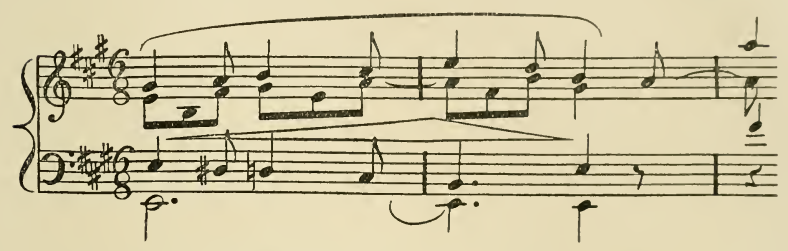


Abb. 15. Notenspiel aus Beethoven, Klaviersonaten op. 101

grationsstufe der Sätze und ganzen Werke auf, überall das gleiche Gestaltungsgesetz widerspiegelnd, das eben auf Erden überhaupt nur durch gleiche Formen „Sein“ ins Erleben rufen kann.

Ja schon in der gewöhnlichen Rede und im begrifflichen Denken ist die Quantenbildung im rhythmischen Fluß durch Betonung und Gliederung, in der *Grammatik* durch Satz- und Halbsatzbildung, bereits in dem Wortzusammenschluß der Laute, in der Logik, in der Begriffsbildung selbst. Überall, sowie bewußtes Leben nur anhebt, ist dieses Urgesetz unseres Erlebens verwirklicht, das uns zwingt, die ganze Welt rhythmisch zu deuten. Dieses innere Gestaltungsgesetz des Erlebens hat nun sehr eng gezogene Grenzen, die sich zwischen 1—24 Glieder bewegen. Denn es ist durch Selbstbeobachtung gewonnene Erfahrungstatsache, daß es dem Intellekt versagt ist, rhythmische Einheiten zu bilden, die über 24 Takte hinausgehen. Es wäre ungemein fruchtbar, den Folgen dieser Tatsache in der Ausgestaltung unseres Weltbildes nachzugehen. Ich muß es mir hier nur versagen, veranlaßt durch die Forderung nach Harmonie in der Gestaltung meines Werkes, die mich zwingt, zu der Analyse der Funktionsformen zurückzukehren, von deren erster Eigenheit, der rhythmischen Gliederung des Weltgeschehens im Erleben ich einen hoffentlich genügend deutlichen Eindruck zu erzeugen vermochte.

Die Geschehenskette des Weltphänomens, der wir uns hiemit wieder zuwenden, weist nun außer dem Gleichmaß auch die Eigenheiten des Gegensatzes auf. Von diesen Erscheinungen ist namentlich eine: die Geschehensbeschleunigung, dem Chemiker wohlvertraut und wenigstens von dieser Seite aus ausgiebig studiert. Sie ist in der Chemophysik unter der Bezeichnung

Katalyse jedem Fachmann bekannt. Der Funktionsbegriff in der Chemie nimmt die Form der chemischen Reaktion an. Und es zeigte sich alsbald, daß die Reaktionsgeschwindigkeit je nach den äußeren Bedingungen verschieden ist. So wird z. B. durch Steigerung der Temperatur die Geschwindigkeit aller chemischen Vorgänge größer; eine Erfahrung, die die Menschheit schon vor Jahrtausenden hätte verwerten können, wenn sie die Tatsache beachtet hätte, wie langsam ruhig an der Luft liegendes Eisen rostet, und wie rasch sich darauf unter dem Schmiedehammer der Rost einstellt. Im allgemeinen kann man sagen, daß bereits eine Temperaturerhöhung um 10° die für eine Zeiteinheit umgesetzte Stoffmenge verdoppelt. Das ist die Ursache, warum kein chemisches Laboratorium früher ohne Herd und jetzt ohne Gasflammen eingerichtet werden kann. Der Chemiker erwärmt sein Material, um die Vorgänge zu beschleunigen.

Es gibt nun gewisse Stoffe, welche diese Rolle der Wärme übernehmen. Wenn ein Stoff die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion durch seine Gegenwart erhöht, ohne selbst eine dauernde Änderung zu erleiden, dann nennt man ihn einen *Katalysator* und spricht von katalytischen Reaktionen. Solche Stoffe sind z. B. das Wasser oder das Mangandioxyd gelegentlich der Zersetzung des Kaliumchlorates. Eine Spur Wasserdampf beschleunigt fast alle chemischen Umsetzungen. Ein anderer derartiger hochberühmter „*Kontaktstoff*“, wie man die Katalysatoren mit einem anderen Ausdruck nennt, ist der Platinmohr.[25]) Das Urbild aller Katalysen kennt die Menschheit ihrer Sage nach seit den Zeiten der Hammurabi-Inschriften. Denn schon auf diesem Original der biblischen Sagen ist Wein und damit Gärung erwähnt. Die von den Hefepilzen *(Saccharomyces)* erzeugte *Zymase,* das wichtigste aller *Fermente* oder *Enzyme,* um dafür einen moderneren Ausdruck zu gebrauchen, beschleunigt den Prozeß der Zuckerspaltung zu Alkohol und Kohlensäure. Das ist es, was wir *Gärung* nennen. Andere Enzyme spalten durch ihre bloße Anwesenheit die Fette, wie jeder von uns durch seine Galle täglich beweist; das *Ptyalin* des Speichels bewirkt die Stärkeverzukkerung, es ist überhaupt keine tierische Verdauung und kein pflanzlicher Stoffwechsel denkbar ohne eine Fülle von Enzymen, die von dem Plasma in bewundernswerter Vielfältigkeit und Leistungsfähigkeit ausgeschieden werden.

Noch komplizierter wurde die Sachlage, als man erkannte, daß alle Enzyme kolloidale Struktur besitzen, weshalb z. B. auch alle kolloidalen Metallsole katalytische Wirkungen ausüben. Diese bestehen nun keineswegs, wie man gewöhnlich glaubt, und wie es im Verdauungsvorgang, wenigstens in seinem ersten Teil, auch ihre Aufgabe ist, nur aus Spaltung. Sie vollführen sogar auch Synthesen, ja sie besorgen sogar eine Art *Reaktionsauslese,* so daß es sich nicht mehr bezweifeln läßt, daß in ihnen eine biotechnische Erfindung der plasmatischen Organismen vorliegt, die, weil sie wegen der schon bei 60° erfolgenden Eiweißgewinnung keine Wärme anwenden können, sich der Enzyme zur Änderung der Reaktionszeit bedienen. Diese Biotech-

nik wird nachgeahmt, wenn man Gärung bei der Wein-, Bier- oder Brotbereitung hervorruft. Eine vollkommenere Form ist die in neuerer Zeit üblich gewordene Hydrierung ohne Erwärmung mit Hilfe von Platinkolloiden (der Platinmohr ist ein solches), und es bedarf wahrlich keiner besonderen Intuition, um vorherzusagen, daß man auf diesem Wege zur Revoltierung der Chemotechnik und damit auch der Industrie kommen und eines Tages gleich den Pflanzen ohne Kohle und Fabrikschornstein zu produzieren gelernt haben wird.[25])

Kann man aber auf solche Weise den Rhythmus der Vorgänge beschleunigen, so muß es notwendigerweise auch gelingen, ihn zu verzögern. Und tatsächlich, man ist auch mit derartigen Verzögerungssubstanzen bekannt geworden. Sie sind nichts anderes, als die allgemein bekannten Gifte. Blausäure, Arsenik, überhaupt alle starken Gifte verhindern auf eine heute noch unbegreifliche Weise den Vorgang der Katalyse. Und gleichwie man die organischen Reaktionen *vulgo Lebensvorgänge* „vergiften" kann, gelingt das gleiche auch bei den kolloidalen Enzymen. Diese Beeinflussung des funktionellen Rhythmus ist nun nichts anderes als der erste Schritt zu seiner Abänderung, die letzten Endes, von großer Perspektive aus gesehen, wieder nichts anderes als eine dermaßen verzögerte Wiederkehr gleicher Formen ist, daß unsere Erfahrung nicht ausreicht, um deren „Takt" zu bestimmen.

Hier wird der Entscheid durch das *Zermelo*'sche Resultat (vgl. S. 75) gefällt, nach dem alle Vorgänge in ständigen Wiederholungen ablaufen, ein Gedanke, den *Nietzsche* in einer seiner mysteriösen Intuitionen, in der im „Zarathustra" zuerst visionär ausgeführten „Wiederkehr des Gleichen", vorweggenommen hat, ohne zu ahnen, daß dieser Gedanke nur mit einer biozentrischen Erkenntnistheorie vereinbar wäre. Es liegt einfach im Wesen der mathematischen Voraussetzungen, daß, wenn irgendwo ein Faktor sich der Unendlichkeit nähert, die Permutationen zu rhythmischen, also periodisch wiederkehrenden Funktionen werden. Der amerikanische Popularphilosoph *C. Snyder* hatte den artigen Einfall, das an einem Beispiel zu demonstrieren. Wenn es, so sagt er, am Himmel nur eine Milliarde Sonnensysteme gleich dem unseren gibt, so existieren 8—10 Milliarden Planeten, auf denen, wenn wir je eine Dauer von tausend Millionen Jahren ansetzen wollen, theoretisch Menschenbesiedlung möglich wäre. Rechnet man, daß das, was man menschliche Zivilisation nennt, sich in einer uns als solche ansprechenden Form zehn- oder zwanzigtausend Jahre lang hält, so bedeutet das, daß das Kulturleben der Menschheit ein Hunderttausendstel der bewohnbaren Zeit unseres Sonnensystems umfaßt, daß also auf einer milliardenmal größeren Zahl von Planeten die Zahl der möglichen Permutationen, also die anderen Möglichkeiten längst erschöpft sind und wir mindestens *einige* andere (*Snyder* rechnet sogar 10 000) Planeten finden müßten, auf denen annähernd dieselben Zustände herrschen wie auf dem unsern. Unter den vielen mit Parallelentwicklung ist es dann wieder nur Sache der

Ausdehnung der Kosmos- oder Zeitvorstellung, um die Möglichkeit einer Parallelität zur Sicherheit eines alter ego zu verwandeln. Es ist also letzten Endes nur Sache des intellektuellen Mutes, wie weit jemand in dieser Richtung praktische Konsequenzen zieht.

Das Problem spitzt sich in dieser Richtung auf die Formulierung zu: *Ist der Weltprozeß, die Änderung der Seinsformen, eine periodische Funktion oder nicht?* Und da muß man sagen, daß alles vorhin Gesagte mehr auf die erstgenannte Lösung als auf ihr Gegenteil weist. In der Lebenspraxis ist es freilich gleich, welche Lösung gefunden wird, weil auch die bejahende ein derartiges kosmisches Tempo der Serialität einschlägt, daß in ausdenkbarer Zeit- und Raumvorstellung de facto eine Wiederkehr ausgeschlossen ist. Anders freilich in ethischer Hinsicht. Für sie ist die Lösung der Frage von grunderschütternder Bedeutung, was *Nietzsches* Flammengeist nicht verborgen blieb und von ihm auch mit leuchtenden Buchstaben an den Himmel des Gewissens geschrieben wurde.

Die Abänderung, also die Variation der Geschehenskette in den atomären Zusammenhängen erfüllt nun die Anschauungswelt des Chemikers mit besonderen Vorstellungen. Denn Variation im Rhythmus atomärer Beziehungen nennt man *chemischen Prozeß*, und durch diesen tritt die Vielheit der *chemischen Stoffe* in Erscheinung als materielle Qualität. An dieser Stelle begegnet man aber so ziemlich der größten Dunkelheit, die im Gebiet der anorganischen Naturwissenschaft noch herrscht. Denn die Begriffe der *chemischen Affinität*, welche diese funktionelle Variation regeln sollen, haben noch nicht den Anschluß an die elektronäre Mechanik gefunden, als welche sich die Physik enthüllt hat. An dieser Stelle klafft eine Lücke in den Vorstellungen. Wohl weiß man etwa seit *Davy*, daß die chemische Affinität, also das die Verbindung der Stoffe regelnde Gesetz, innig mit der Elektrizität verwandt sein muß. So einfach aber, wie man sich das bis vor wenigen Jahren gedacht hat, daß die Affinität die magnetische und elektrische Ladung der Moleküle sei, verhält sich die Sache allerdings nicht, sondern die chemische Energie, wie man sie wohl nennen kann, läßt sich im Grunde genommen auf keine andere zurückführen, wohl aber umwandeln (im *chemischen Element*) und messen durch ihre Schnelligkeit und die bei ihrer Umwandlung geschaffene Wärme oder elektrische Energie. Das Gebiet dieser Erfahrungen steckt die *Thermochemie* und *Elektrochemie* ab.[25]) Tatsächlich sind auch gesetzmäßige Beziehungen zwischen dem Quale des Stoffes, welches eben das Arbeitsgebiet der Chemie ist, und dem elektrischen Quantum wenigstens insofern da, als es nicht nur eine chemische Affinität der Elemente untereinander, sondern auch eine solche der Elemente zur positiven und negativen Elektrizität gibt. Metalle verhalten sich z. B. derart, als ob sie eine Verwandtschaft zur positiven Elektrizität hät-

*) Die säurebildenden Elemente z. B. Phosphor.

ten, und Metalloide*) gerade umgekehrt. Diese Beziehungen treffen aber nicht den Kernpunkt dessen, was uns in diesem Augenblick an der Chemie interessiert. Das Wichtige ist vielmehr für uns die an diesem Punkte aufscheinende Einsicht, daß *die chemischen Qualitäten Funktionsformen der Materie sind und der chemische Prozeß eine Formenänderung, ein Umbau, also eine Funktion der Formen.*

Gilt das für die Chemie, muß es ebenso folgerichtig auch für die physikalischen Eigenschaften gelten, einheitlich aufgefaßt für den Funktionsbegriff überhaupt. Oder mit anderen Worten: *Die Variation der Funktionen ergibt das Weltbild. Was man Erscheinung nennt, sind die Funktionsformen des Seins, die daran gesetzmäßig gebunden sind, so daß jede Funktion ihre ihr allein zukommende Form hat und eine Änderung der Funktionen mechanisch auch eine Änderung der Form nach sich zieht.*

Dieser Zusammenhang kehrt stets wieder. Es gibt also ein *Gesetz der Funktionsformen,* dessen Wortlaut angesichts seiner Wichtigkeit noch einmal wiederholt sein soll: *Jede Funktion besitzt eine nur ihr zukommende Form, die sich mit der Funktionsänderung gesetzmäßig ändert.*

Diese Sätze erscheinen so einfach, daß man vielleicht mit Verwunderung und Ungeduld sie für selbstverständlich und altbekannt hält. Sie sind aber weder das eine noch das andere. Sie sind vielmehr von allergrößter praktischer Wichtigkeit und in ihrer Anwendung fundamental neu. Eine vollkommene Umwälzung des bürgerlichen Lebens muß in dem Augenblick eintreten, in dem man sie wirklich konsequent anwendet. Für mich persönlich sind sie z. B. die erste materielle Frucht der objektiven Philosophie, die mir die Möglichkeit gewährte, mich von dem ablenkenden Broterwerb loszulösen und mein Leben ausschließlich auf die Schaffung und Verbreitung der objektiven Philosophie einzustellen. Und das hängt in folgender Weise zusammen: Wenn die obigen Sätze richtig sind, dann muß es möglich sein, von den Formen der Dinge auf die Funktionen zurückzuschließen, und dann ist auch eine gewünschte Funktion zu erwarten, wenn man den Dingen die entsprechende Form verleiht. Mit anderen Worten, es muß dann möglich sein, eines auf das andere zu übertragen und durch Nachahmung von Formen beobachtete Funktionen wiedererzeugen zu können auch in anderem Material und durch Übersetzung des Zusammenhanges von einem Gebiet ins andere, unter Umständen vom natürlichen Physischen ins rein Geistige. Erlaubt wird solches durch die von uns angenommene Überzeugung, daß das Funktionsgesetz richtig sei, daß, da dieses nur eine Ableitung aus dem Seinssatz überhaupt ist, auch diese Grundbehauptung der objektiven Philosophie zu Recht bestehe, mit ihr aber auch die absolute Indentität des Erlebens, d. h. die beliebige Übertragbarkeit identischer Gesetzeszusammenhänge von einem Gebiet ins andere, also das, was man die Einheit des Biosbegriffes nennen kann.

Man hat damit ein treffliches Mittel an die Hand bekommen, die Berech-

tigung aller dieser Behauptungen der objektiven Philosophie an ihren Konsequenzen praktisch nachzuprüfen. Ist nämlich die behauptete Übertragung ausführbar und führt sie zu bisher unbekannten Funktionen oder durch Funktionsübertragung zu neuen Formen, dann gibt die objektive Philosophie mit dem oben Gesagten wirkliche Gesetze der Welt wieder und ist außerdem kultur- und lebensfördernd. Diese Übertragung des physikalischen Gesetzes der Funktionsformen ins Geistige und Kulturelle habe ich, als ich mit diesem Gedanken zum erstenmal auftrat[26]), als *Biotechnik* bezeichnet. Die Biotechnik ist also ein ausgezeichneter Prüfstein für die Berechtigung und Richtigkeit*) der objektiven Philosophie.

Darum soll sie hier in ihren ganzen Grundzügen entfaltet werden. Wenn jede Form der Ausdruck einer von ihr geprägten Funktion ist, dann ist die Kugelform (die technische Form für Rollen), Masse überhaupt, die technische Form für Trägheit, auch Bewegung selbst schon eine Funktionsform für veränderliches Sein. Was sich bewegt, ruht nicht, ist also nicht von Dauer, wobei es gar nichts ausmacht, ob diese „Dauer" den Kreis unserer Zoësis überschreitet wie bei den Himmelskörpern oder nicht.

Es ist also der Begriff der Funktionsform, wofür technische Form nur ein Synonym ist, für alles Sein gültig, keineswegs etwa für das biologische oder physikalische Sein allein. *Auch das geistige Schaffen hat seine technischen Formen, für die identische Gesetze gelten wie in der Physis.* Und auch die unbelebte Natur hat unter dem Einfluß der in ihr vor sich gehenden Bewegungen (Änderungen) technische Formen angenommen, deren vornehmste und allgemeinste die *Materie* selbst mit ihren chemischen und physikalischen Qualitäten ist. Schon die Begriffe „seiende Welt" und „Erscheinung" sind Funktionsformen des Weltprozesses, der biotechnische Grundbegriff also einer der elementarsten des gesamten Erlebens.

Es ist also das Phänomen, welches die moderne Biologie unter dem Einfluß von *W. Roux*[27]) unter dem Namen *„funktionelle Anpassung"* als eine der Sondererscheinungen belebter Materie aufzufassen lehrte, viel allgemeiner zu fassen, als man es derzeit übt. Das Grundlegende, *die Mechanik*

---

*) Man unterscheide wohl, daß eine Anschauung sehr gut unrichtig sein kann, aber dennoch berechtigt ist. So ist z. B. die mit absoluten Größen als Fiktion rechnende Mathematik vom Standpunkt des relativistischen Denkens aus gewiß nicht „richtig". Wer wollte aber angesichts ihrer zoëtischen Notwendigkeit ihre Berechtigung leugnen? Sie ist praktisch notwendig, daher lebensfördernd, ergo berechtigt. Diesen Anspruch muß man auch der objektiven Philosophie zubilligen, seitdem die Biotechnik aus ihr entstanden ist. Sie ist sich sehr wohl bewußt, daß sie auf einer agnostischen Grundlage ruht, indem sie keine Erklärung des Erlebens gibt. Vom Standpunkt des absolutischen Wahrheitsforschers aus kann sie also nicht als „richtig", als „die Wahrheit" gelten, sondern bestenfalls als Behauptung. Sie ist aber eine *berechtigte Lehre,* weil sie sich als lebensfördernd, lebenserweiternd erweist. Und nur das will sie, nicht aber absolute Wahrheit erkennen, die sie als ein Phantom abweist. Unter Richtigkeit ist dann zu verstehen, daß sie richtig die Gesetzeszusammenhänge wiedergibt.

der Formänderung unter dem Einfluß von Funktionen ist vielmehr ein Weltphänomen, dem man auf Schritt und Tritt vom Kleinsten bis ins Größte begegnet. Das ist das Erste, was ich hier zu beweisen habe. Da kann ich darauf hinweisen, daß schon die Gestalten (es wird hier doch der Umriß einer Philosophie der Gestaltung gezogen) der kosmischen Gebilde: Nebelflecken, Kometen, Sonnen und ihre Trabanten nichts als die technischen Spiegelbilder ihrer jeweiligen Funktion sind. Formlosigkeit bei sonst funktionslosem Massensein, ist in den Weltnebeln da (vgl. Bd. I Abb. 1), die aber sofort in Spiralform und Zusammenballungen übergeht (vgl. Spiralnebel der Jagdhunde, Bd. I Abb. 1 und 2), sobald Bewegungsfunktionen, Rotationen auftreten. *Die Funktion prägt also auch im Anorganischen ebensogut die Form wie im Organischen.*

So entstanden die Funktionsformen der Weltkörper, von deren Gestaltung man stets auf die ihnen zugrunde liegenden Änderungen zurückschloß, wodurch das wissenschaftliche Denken längst eine tatsächliche Anwendung von einer Konsequenz des objektiven Denkens gemacht hat (so wie das praktische Leben überhaupt niemals etwas anderes macht), die eigentlich ohne Anerkennung dieser Denkrichtung unerlaubt ist. Bis ins Feinste wurden dadurch die Trabanten unserer Sonne durchgeformt und z. B. der Erde jene technische Sonderform verliehen, welche die *Geophysiker* bezeichnen wollen, wenn sie die Erde nicht eine Kugel, sondern das *Geoïd* oder Rotationsellipsoid nennen.

Seit *Christ. Huygens* (1669) weiß man es, daß eine plastische, schnell rotierende Kugel an den Polen abgeplattet, am Äquator angeschwollen sein muß, und hat erst mühsam durch die Erdmessung mit Hilfe der von der französischen Akademie der Wissenschaften nach Peru und Lappland entsandten Expeditionen bewiesen, daß dieses Gesetz für die Erde auch wirklich gilt. Es waren das ja auch jene Expeditionen, die bei dieser Gelegenheit den Beweis erbrachten, daß der *Meter* nicht, wie man wollte, ein Naturmaß (nämlich der zehnmillionste Teil des Erdquadranten), sondern ganz willkürlich festgestellt sei.

Ohne unser Gesetz der technischen Form brauchte die Erde keineswegs eine annähernde Kugel zu sein, sondern könnte eine beliebige Gestalt oder etwa die Scheibenform besitzen, an die der mittelalterliche Mensch glaubte. In Wirklichkeit aber ist diese hundertfach bewiesene Kugelkrümmung so gewaltig, daß man ihretwegen in einem Meter Höhe den Horizont nur in einem Kreis überblicken kann, dessen Radius kaum viertausend Meter beträgt. Ein sich entfernendes Schiff versinkt daher schon in $3\frac{1}{2}$ km Entfernung scheinbar um einen Meter unter dem Wasserspiegel. Und auf der Erde trifft der Blick, wohin er sich auch richten mag, überall nur technische Formen der auf ihr sich vollziehenden Veränderungen.

Viele sind in den Ausführungen bisher schon erwähnt worden. So sind die Zeugenberge der Wüste, der mächtige Dreikanter des Matterhorns

nichts als technische Formen, aus der Luftbewegung hervorgegangen. Jedes Flußbett oder Trockental, jede Erosionsrinne ist ein Zeugnis für das gleiche Gesetz (Abb. 4).

Die schöngeformten Rundlinge (vgl. Abb. 3), welche allenthalben, namentlich am Nordrand der Alpen und in den Tälern des Inn, der Salzach, des Lech, der Rhône die Landschaft überaus lieblich gestalten, sind Funktionsformen der scheuernden Bewegung des Eises während der großen diluvialen Vereisung jener Landschaften. Die *Kare* im vergletschert gewesenen Hochgebirge (Abb. 5), die Gerölle (Abb. 6) in jedem Bachbett, die Schuttrinnen, Berg- und Talform, alles, alles zeugt für das gleiche Gesetz.

Es ist ein außerordentlicher Genuß und eine tiefe Belehrung, sich die hier eingestreuten Landschaftsbilder (vgl. Abb. 3, 6 u. Bd. I 50) daraufhin genau zu betrachten und diese Übung dann auf Ausflügen und Reisen in der freien Natur zu wiederholen und zu vertiefen. Es wird nämlich zum erschütternden Erlebnis, wenn man sieht, wie das Bild der Natur nichts anderes ist als die Sprache der vielfältigen und gewaltigen Kräfte, die sich in der Welt verknoten: der Spiegel, mehr als das, das Geschöpf des Weltgeschehens. Und was das Festland in der Ursprache des Seins dem Wissenden sagt, das wiederholt in gleicher Erhabenheit das noch leichter Formen bildende Meer. Welle, Brandung, Strömungen, sie alle sind die technischen Formen der Prozesse, welche sie vollziehen, und sie wieder sind das Werkzeug, mit dem die Kräfte der Abrasion und der Transgressionen das Festland in stets neue Formen prägen.

Jede Funktion der seienden Dinge verleiht diesen Qualität, welche diese Funktion immer mehr erleichtern, bis sie sich nahezu optimal vollzieht. Es sind dies dabei keineswegs grobe Formgebungen allein, sondern, wie es uns bereits am Problem der chemischen Qualität und Änderung zum Bewußtsein gekommen ist, auch Zustandsänderungen in der molekularen oder atomären Struktur. So ist der Golfstrom, gleich den fünf anderen großen Meerestriften, eine Warmwasserheizung für Westeuropa, somit in seiner Erhitzung und dem ausgleichenden und wärmeabgebenden Zirkulationsstrom die Funktionsform einer solchen, oder alle Flüsse, kalten Luftströmungen oder Schuttreissen (Abb. 6) sind die technische Form der *schiefen Ebene*, auf der Massentransporte erleichtert sind. Freilich sind auch die Zustandsänderungen im chemischen Sinn letzten Endes immer nur mechanische Änderungen gleichwie auch die letztgenannten Funktionen, denn der Unterschied zwischen materiellen Teilen, die da als Gold, dort als Blei erscheinen, hier in Form von grüngefärbtem Eiweiß, dort als roter Rubin sich dem Auge darbieten, da als farbloses Gas, dort als tiefschwarze Kohle, ist ja nie etwas anderes als eine prinzipiell nachrechenbare Verlagerung der Uratome, der Atome und Moleküle, also eine Änderung der strukturellen Gestaltung, bei der mit jeder funktionellen Phase eine ganz bestimmte Form korrespondiert. Daß wir noch fern davon sind, diese technischen Formen der Zustände zu

registrieren, ist nur ein Beweis für das primäre Stadium unseres Wissens, ändert aber an dem Gesetz nichts.

Selbstverständlich ist diese Zusammenhangslehre zwischen Form und Funktion ebensogut gültig, ob dieser Zusammenhang nun innerhalb eines lebenden Wesens oder außerhalb desselben besteht.

Daher ist das sogenannte biologische Gesetz der funktionellen Anpassung im einfachsten Fall kein anderes Problem als das bisher geklärte. Es ist dem objektiven Denker ganz selbstverständlich, daß auch das Plasma ebenso gut seine Funktionsformen hat, auf jeder seiner Integrationsstufen, so wie das Eisen oder der Erdball die seinigen. Natürlich wechseln auch sie mit wechselnder Funktion, und dem, was man als „Anpassung" bezeichnet, liegt zunächst kein anderes mechanisches Geschehen zugrunde, als der Entstehung der Hohlkehlen in einer winddurchpfiffenen Hohlschlucht. Ich will dabei nicht im geringsten das *teleologische Moment* dieses Geschehens weder in der funktionellen Anpassung noch in der Herausbildung anorganischer Funktionsformen gleich den soeben genannten leugnen. Tatsächlich wird in beiden Fällen die Form final, nämlich so abgeändert, daß die Funktion sich vollendeter, widerstandsloser vollziehen kann. Die Teleologie liegt also bereits im physikalischen, im mechanischen Geschehen selbst, wenn auch nicht in der Form, daß B auf A so folgt, damit C erreicht werde, so doch derart, daß B auf A so eintritt, daß C erreicht wird. Es wird also im Entwicklungsmechanischen nicht etwa das Sinnvolle, Teleologische mechanisch gedeutet, sondern vielmehr der Mechanismus des Prozesses lebensmäßig, daher teleologisch erläutert, und denen, die die Lehre der Biozentrik verstanden haben, brauche ich nicht erst zu sagen, daß solches bei dem Wesen unserer Erkenntnisfähigkeit gar nicht anders sein kann, also kein Problem, sondern eine Voraussetzung des Erkenntnisvorganges ist. Gewissermaßen der Kaufpreis, der vom erkennenden Subjekt gezahlt werden muß, um erkennen zu können.

Man muß daher im Anpassungsbegriff sehr wohl zwei voneinander ganz verschiedene Dinge trennen. Wenn in der Epidermis der menschlichen Hand durch steten Druck eine vermehrte Teilung der Epidermalzellen einsetzt, durch die nach einiger Zeit eine Wucherung, nämlich eine *Schwiele* entstehen muß, dann ist dieses Geschehen von einer anderen Finalität regiert, als dem einfach teleologischen Zusammenhang zwischen Druck und Druckform. Nach der „mechanischen Teleologie" müßte durch den Druck einfach in der Hand nach und nach eine Vertiefung entstehen, in die der drückende Außenkörper hineinpaßt wie ein Schmuckstück in sein Futteral, wodurch er seine Druckfunktion immer vollkommener ausüben kann. Das erfolgt auch, wenn der Druck zu heftig ist oder zu lange währt. Nach der organischen Teleologie dagegen erfolgt etwas ganz anderes, das reine Gegenteil. Dem Druck wird durch die Schwiele widerstanden. Hier wird eine höhere, die Urteilsfunktion in sich schließende Stufe von Teleologie sichtbar, welche die vorige keineswegs aufhebt, und man bemerkt, daß das Integrationsgesetz

auch in der Teleologie wirksam ist, und daß es teleologische Integrationsstufen gibt. Der Organismus handelt als Person, welche den Druck als Motiv, als Reiz und Auslösung zu einer Handlung benützt. Unabhängig davon ist also die obengenannte funktionelle Anpassung, die mit solchen Handlungen und dem Leben als solchem gar nichts zu tun hat, wenngleich sie auch im lebenden Körper sich genau so wie im toten vollzieht.

Jedem Physiologen bekannt ist der feinere Bau namentlich der Röhrenknochen (Abb. 16). Im Caput, dem Knochenkopf, ist durch feinste knöcherne Lamellen das Gerüstwerk der *Spongiosa* verwirklicht, das je nach Beanspruchung verschieden eine biegungsfeste Konstruktion aufbaut, in der nur die Stellen des Druckes und Zuges durch festeres Material betont sind. Ändert man die Druck- und Zugbeanspruchung, ändert sich auch die Form der Spongiosa, so daß man mit Recht das Knochengerüstwerk als den klassischen Fall von funktioneller Anpassung bezeichnet hat.

W. Roux machte nun solche Fälle an einem Modell aus Gummi und Paraffin nach und fand, daß die zug- und druckfesten Elemente darin sich von selbst der neuen Funktion gemäß umlagern, wenn man das Modell anders beansprucht.

Daraus ist zu schließen, daß bei dem so viel gerühmten, bekanntlich von *J. Wolff* zuerst nachgewiesenen sinngemäßen Umbau der gebrochenen Knochen, den man als das größte Wunder organischer Teleologie pries, der Organismus und seine intelligenten Kräfte gar nichts zu tun haben, sondern daß hier die *„mechanische Teleologie“* allein das Bewunderte erschafft. Mit anderen Worten: in dem zu einem Begriff zusammengeworfenen Anpassungsprozeß stecken tatsächlich zwei verschiedene Dinge: die jeder Funktionsform anhaftende Teleologie, die oft allein das besorgt, was man Anpassung nennt, und eine auf höherer Integrationsstufe stehende Intelligenz, welche teleologische Zusammenhänge schafft, als deren Beispiel der obenerwähnte Fall der Epidermalschwiele gelten mag. Die Physiologen haben diese zwei Dinge bisher nicht gänzlich zu trennen gewußt, und hieraus entsprang mancher Streit und die Unfruchtbarkeit ihrer Bemühungen.[28])

Man gehe übrigens nicht daran vorüber, daß durch das vorhin wiedergegebene *Roux*'sche Experiment die Teleologie der Funktion als Weltgesetz sowohl im Organischen wie Anorganischen erwiesen worden ist, das Teleologische also als Grundeigenschaft der Welt oder als Bedingung der Erkenntnisfähigkeit dem erkennenden Subjekt zugeschoben wurde. Denn hier ist die Grundlage des Verständnisses für die gesamte Technik aufgeschlossen. Ist doch sie in Konsequenz dieses Satzes nichts als die „Technik der Zoësis“, nämlich das sich Orientieren im Gebiet der Mechanik des Erlebens oder in einen Merksatz geprägt: die Nachahmung der Teleologie des Weltgeschehens durch bewußte Zielsetzungen.

Diese Teleologie des plasmatischen Geschehens beherrscht den ganzen Lebensprozeß, der ja ununterbrochen nach seinem Ausgleich strebt und

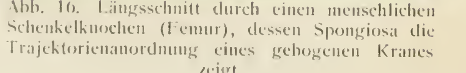


Abb. 16. Längsschnitt durch einen menschlichen Schenkelknochen (Femur), dessen Spongiosa die Trajektorienanordnung eines gebogenen Kranes zeigt



Abb. 17. Schuppe vom Barsch (*Perca fluviatilis*) in etwa 20facher Vergrößerung. Originalmikroaufnahme des Biologischen Instituts München

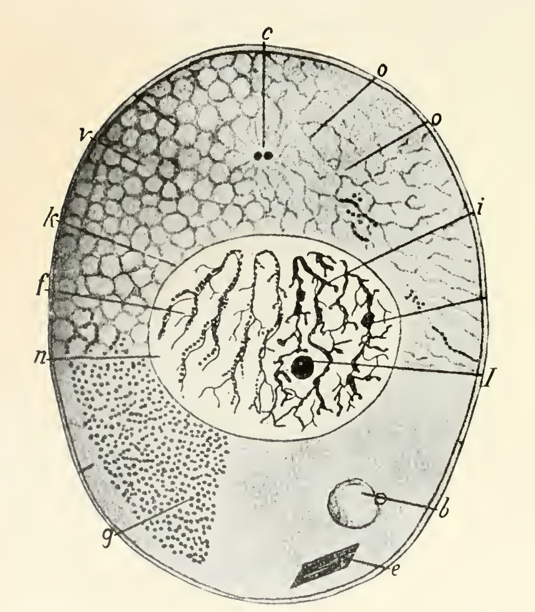


Abb. 18. Schematische Darstellung des Feinbaues der Zelle

n Zellkern, l Kernkörperchen (Nucleolus), i Liningerüst, c Centrosomen, e Eiweißkristalle, b Mikrosomen, g Granula, v Waben, o fibrilläre Strukturen, k Kernmembran

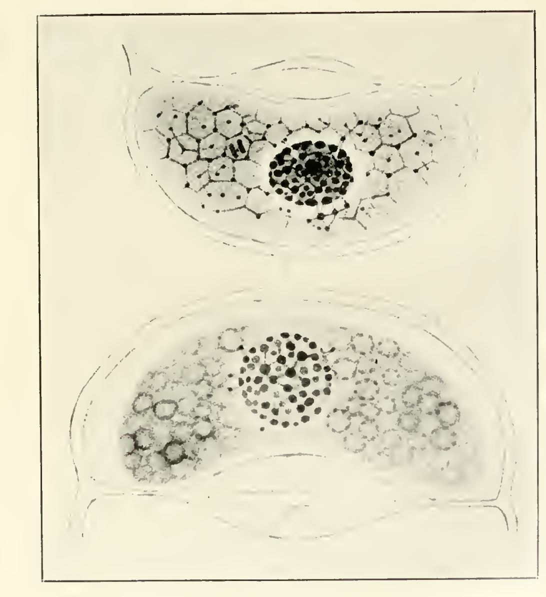


Abb. 19. Waben und Granularbildungen im Protoplasma mit dem Feinbau ruhender Zellkerne (Schließzellen eines Pflanzenblattes). Sehr stark vergrößert. Nach Stauffacher

durch teleologische Zusammenhänge den Störungen, die diesen Ausgleich hindern, entgegenarbeitet. Das spricht sich aus in seinen bedürfnismäßigen Reaktionen, in deren Ablauf die technischen Hilfsmittel des Organismus eingeschoben werden.

Alles an dem Organismus — so wie an der Welt selbst — erscheint uns daher in verschiedenen Integrationsstufen teleologisch ablaufend; *jeder Prozeß ist ein biotechnischer Vorgang*, der rein mechanisch zu seinem Optimum drängt. Denn das Teleologische liegt schon im Begriff der Funktion darin, die alles Funktionierende sich anpaßt.

Darum ist nicht nur das Anorganische, sondern vermöge seiner höheren Integrationsstufe noch in einem ganz anderen Sinn auch das Organische seinen Funktionen gemäß durchgeformt. Ja, auf dieser Stufe beginnt sogar im Menschen gipfelnd die Entstehung und Ausbildung einer neuen Form für die Funktion, welche das Funktionelle zu regeln und seinem Optimum entgegenzuführen trachtet. Nervenzelle, Gehirn nennt man die Organe der teleologischen, zielsetzenden, regelnden Funktion, und ihre Formen sind die Empfindungen, Handlungen, Urteile, Gedanken, in denen sich die Funktionen der Ganglien und des Gehirns äußern.

Das Seelische ist so selbst nur eine Funktion des Plasmatischen und damit dem Funktionsgesetz und dessen Konsequenzen unterworfen. Auf diese Weise ist denn die Technik des Menschen gleichem Gesetz untertan wie die Technik des Organischen und die Technik der Materie und wiederholt sie nur teilweise auf anderer Integrationsstufe, demzufolge allerdings auch mit neuen Integrationseigenschaften. Das ist es, was in dem Satz, auf dessen Bedeutung ich vorhin so nachdrücklich aufmerksam machte, enthalten ist, und was man nicht übersehen darf.

In ihren äußeren Formen ist die Biotechnik des Plasmas ein unerschöpfliches Buch wunderbarster Bilder, angefangen von den technischen Formen der Waben und Plasmafibrillen bis zu den Erfindungen und technischen Leistungen der Zellenstaaten, Pflanze, Tier und Mensch inbegriffen.

Bekannt von ihnen ist der großen Menge vorläufig nur die Technik des Menschen; selbst die Gebildeten und die Forscher haben gar keine Ahnung, daß diese nur ein, sogar nur ein kleiner Ausschnitt aus der Gesamttechnik des Plasmas ist, weshalb es maßloses Erstaunen und teilweise ebenso großen Enthusiasmus wie heftigen Widerstand erregte, als ich vor einigen Jahren den Gedankengängen der objektiven Philosophie zuerst dadurch Freunde zu werben suchte, daß ich einige Kapitel aus der außermenschlichen Biotechnik aufschlug und auf verschiedene Erfindungen hinwies, die man durch Übernahme jener Konstruktionen und Vorgänge, also Methoden in unsere Lebenspraxis realisieren könnte (vgl. Anmerkung 26).

Es hat auf solche „biotechnische Erfindungen“ hin, die, wie man nun einsehen wird, nur der objektiven Philosophie zu verdanken sind, das deutsche Patentamt z. B. das R.G.M. Nr. 723 730 (Streuer für medizinische

usw. Zwecke) verliehen und andere nachgesuchte Patente nur mit der Motivierung abgeschlagen, daß diese Vorrichtungen und Methoden durch die Technik bereits verwirklicht und in Amerika oder England bereits patentiert sind. Da mir das natürlich unbekannt war, erlebte ich auch dadurch die Genugtuung (und das steht in der Geschichte der Philosophie einzig da), daß eine Philosophie bereits praktische Auswirkungen zeigte und Früchte als Zeichen ihrer Brauchbarkeit erntete, bevor sie noch richtig ins Leben getreten war. Es lag daher ganz im Geiste der neuen Denkungsart, die von allem „Richtigen" (vgl. S. 68) fordert, daß es Dauer habe und erfolgreich sei, daß unmittelbar danach sich diese theoretische Anerkennung auch in die handgreiflichste Praxis umsetzte durch Gründung von Fabriken und Produktion lebenswichtiger Artikel im Sinne meiner Forschung und Denkungsart, die vorläufig bereits Hunderten von Menschen Erwerb und Zehntausenden Brot schafften, da durch sie eine wesentliche Mehrproduktion an Getreide und sonstigen landwirtschaftlichen Produkten auf gleicher Anbaufläche erreicht wurde. Der auf S. 67 geforderte „praktische Erfolg" ist demnach eingetreten, und der Beweis für die Berechtigung der objektiven Philosophie ist dadurch erbracht.

Das alles ist aber natürlich im Vergleich zu dem, was sich aus der biotechnischen Idee entwickeln muß, erst ein ebenso geringfügiger Anfang wie etwa die putzige „Puffing Billy" des *Stevenson* gegen das Eisenbahnnetz von heute.

Es wird der Menschheit nichts anderes übrig bleiben, als das große Bilderbuch der Biotechnik des organischen Seins ebenso ausführlich zu studieren und nachzuzeichnen, wie man es mit all den Torsi, Fragmenten und Scherben antiker Vorzeit längst gemacht hat, und sollte das auch noch vielen Tausenden von Biologen, Ingenieuren, Chemikern und Architekten auf Generationen hinaus die schönsten Jahre ihrer Schaffenskraft kosten; es wird sich ebenso bezahlt machen, wie die Lehrstühle für Biotechnik an den technischen Hochschulen, die *L. Staby* unter dem Eindruck ihrer Ideen für sie gefordert hat.

Die Forschung wird dann, um nur den Begriff der „Funktionsform der Dinge" zuerst zu erörtern, sich bei seiner ersten Anwendung davon überzeugen, daß die gesamte *Physiologie* und damit die ganze medizinische Wissenschaft (die letzten Endes nichts als angewandte Physiologie ist) sich teils unbewußt, teils verkappt vom ersten Tage ihres Bestehens der biotechnischen Voraussetzungen bediente (jeder Mensch, der etwas praktisch macht, verwirklicht damit die Gesetze der objektiven Philosophie), denn *physiologisches Denken ist einfach biotechnisches Denken.* Der Lebensprozeß selbst ist ein fortgesetztes Schaffen von Formen für die stete Variation der Funktion, also eine Kette von Techniken. Alles, was sich dem Plasma bietet, ja bereits die Materie selbst für das Aktive des Lebens (*Schopenhauer* würde sagen für den Lebenswillen) ist „Mittel" zu diesem Zwecke, daher in teleologische Zusammenhänge eingespannt.

Demgemäß *ist jede Funktion im Organismus von der einfachsten bis zur kompliziertesten dem Gesetz der technischen Formen unterworfen, und selbst die Sinnes- und die Gehirnfunktion, das Denken und sein Niederschlag, die Kulturwerke sind nichts anderes als biotechnische Leistungen, für die das einheitliche Gesetz, das alles Technische regelt, ebenso gut gilt.* Die technischen Hilfsmittel dienen dem Organismus, um seine bestmögliche Vollendung zu erreichen, oder, um das in einem trefflichen Wort zu sagen: sie dienen dem *Optimum.* Daher ist Biotechnik eine der großen Erlösungen und Erfüllungen des Lebenssinnes. So erklärt sich auch in der Menschenbrust der durch die ganze Kulturgeschichte hindurchgehende Trieb nach Technik, wobei man ja das Wort nicht in dem engherzigen Sinn von Industrie allein verstehen darf. Denn *Technik, die Anwendung von Hilfsmitteln zur Steigerung von Leistungen* liegt in jedem Tun des Menschen, im handwerklichen ebensogut wie im künstlerischen, sozialen, denkerischen oder sonst einem; weshalb denn auch der in der Sprache waltende geheime Verstand mit gutem Recht es sich nicht nehmen läßt, von einer Technik des Violinspieles, einer dramatischen Technik oder Technik politischer Organisationen zu reden.

Dieser Trieb nach Technik ist vielmehr nichts anderes als der Lebenswillen: das Substrat der physiologischen Forschung selbst. Er ist berechtigt (innerhalb der Grenzen des Harmonischen) und erst gestillt bei Erreichung des Optimums. *Technik ist also* — und das mögen sich nun die unentwegten und einseitigen Verfechter der Industrialisierung, oder die Künstler jeder Art, auch die Naturforscher des „mikrotechnischen Schlages" merken — *weder ein Endziel noch überhaupt ein Ziel; sie ist auch nichts Niedriges oder außer acht zu Lassendes, sondern sie ist ein notwendiges „Mittel" zum Leben.*

Es harrt nun unser ein großer Genuß. Es ist nämlich ein Rundgang durch die gesamte lebendige Organisation und physiologische Funktion nötig, nicht nur, um den Beweis zu liefern, daß wirklich jede lebendige Form ein technisches Werk darstellt, sondern auch um durch ein solches vergleichendes Studium die feineren Gesetzmäßigkeiten dieses biotechnischen Prozesses feststellen zu können. Die ersten erkennbaren technischen Formen sind zugleich auch die am besten erkennbaren Bestandteile lebender Organisation.

Der allereinfachste Organismus, als den man vielleicht gewisse *Bakterien* betrachten kann, die man sich (wenigstens *O. Lehmann*) nur aus wenigen Molekülen aufgebaut denkt, hat immerhin schon *Zellenform*, nämlich die Form einer plastischen, gestaltveränderlichen Kugel. Die Zelle selbst ist diesen Gebilden gegenüber schon um mehrere Stufen der Organisation überlegen. Es kann heute kein Zweifel sein, daß es Bakterien gibt, die mit unseren Hilfsmitteln nicht mehr sichtbar sind; denn man kennt z. B. an dem *Virus der Hundswut* oder der ansteckenden Mosaikkrankheit des

Tabaks ihre Wirkungen. Da nun die kleinsten der sichtbaren Ultramikronen auch schon nur mehr 1000—1250 Eiweißmoleküle in sich schließen, müssen diese *ultrazoëtischen Lebewesen* noch einfacheren Bau besitzen. Es ist aber nach allen Analogien trotzdem anzunehmen, daß sie wenigstens im Ruhezustand kugelförmig sind, denn wie uns *H. Driesch* in einer seiner prächtigen, begriffsreinlichen Ableitungen überzeugt hat, ist nur die Kugelform jene, welche dem Dauerzustand eines harmonisch-äquipotentiellen Systems, das jeder lebende Organismus ist, entspricht.

Das Verhältnis der Zellen zu den Zelleinschlüssen, die in keiner fehlen, ist das von Organismus zum Organ. In diesem Verhältnis ist der Funktionsbegriff nur ins Biologische übersetzt. Organ ist nur die Bezeichnung für Teile, die zu dem Ganzen in gesetzmäßiger Abhängigkeit stehen, weshalb man den gleichen Begriff auch ins geistige Leben übertragen hat und z. B. von Organen der Polizei spricht oder den Versuch, eine Vielheit in gesetzmäßig zusammenarbeitende Teile zu gliedern, eine Organisation nennt. *Der Organismus bedient sich also seiner Organe als Mittel, um seine Leistungen auszuführen, und sie üben seine Funktionen aus.* Es ist in dieser Formulierung durchsichtiger als sonst, daß das Leben des Organismus im ganzen nichts als eine Biotechnik sei und das *Biotechnische nichts als die Analyse des Funktionsgesetzes im Bereich des Erlebens.* Organe der Zelle in diesem Sinn sind Zellplasma und Zellhaut mit ihren Mutterorganen und Ausscheidungen. Im Plasma, namentlich der Pflanzen, sind teils Saftvakuolen ausgeschieden, teils sind pulsierende Vakuolen (in fast allen Einzellern vgl. Abb. 19) vorhanden. Das für die Erhaltung und die Regelung der Funktionen unentbehrliche Organ, das auch die Fortpflanzung und Vererbung regelt, ist der Zellkern (Abb. 18), der heute überall, auch in den Bakterien und Spaltalgen *(Schizophyceen)* nachgewiesen ist. Daneben sind sowohl in den pflanzlichen wie den tierischen Zellen lebendige Einschlüsse von solcher Selbständigkeit da, daß eine immer mehr vordrängende Ansicht in diesen *Chromatophoren* wenigstens bei den Pflanzen Organismen sieht, die sich mit den Zellen zu einem symbiotischen Zusammenleben vereinigt haben. Tatsächlich haben die Chlorophyllkörner und noch deutlicher die Farbstoffträger in den Algenzellen eine, Eigenzwecken dienende Bewegung und selbständige Vermehrung. Die tierischen Chromatophoren, deren Massenversammlung jedermann als Färbung der *Iris* im menschlichen und tierischen Auge nur zu gut kennt, dienen zwar nicht der Verarbeitung der Luftgase zur Ernährung wie bei den Pflanzen, deren ganzer von der naiveren Naturkenntnis früherer Zeit so übertriebener Unterschied zum tierischen Organismus auf den Konsequenzen dieser Ernährungsart beruht, besitzen aber ebenfalls ihr Eigenleben, das sich in autonomen Bewegungen ausspricht.

Die von der objektiven Philosophie geforderte einheitliche Betrachtungsweise der Tiere und Pflanzen hat in neuester Zeit insofern einen großen

Sieg errungen, als die letzten Werke[29]) auf dem Gebiet der Zellenkunde sich tatsächlich einer solchen bedienen. Man wird, wenn man diesen Weg einschlägt, sofort belohnt durch die Einsicht, daß sogar die Elemente des Plasmas weder etwas mit der Trennung in pflanzliche und tierische Organisation, noch mit den genannten Organen der Zelle zu tun haben.

Zu diesen gehört wohl eine ganze Anzahl von Nebenorganen und Akzidenzen, deren wahre Natur früher verkannt, jetzt von *A. Meyer*[29]) ganz richtig aufgefaßt wird, wenn er die letzteren als „ergastische Einschlüsse" bezeichnet, d. h. Formelemente, die nur Produkte der wahren Organe sind, wie z. B. die in vielen tierischen und pflanzlichen Zellen vorkommenden Fettropfen, Mikrosomen (Abb. 18), Dotterkörner der Eizellen, Kristallnadeln (vgl. Bd. I Abb. 53), Eiweißkristalle, Stärkekörner oder die Zellsafteinschlüsse. Nebenorgane dagegen sind die mit den grünen Farbstoffträgern in Verbindung stehenden Stärkekerne *(Pyrenoide)* oder die Flimmerhaare (Bd. I Abb. 77) und Geißeln vieler vegetabiler und tierischer Zellen (Abbild. 20), von denen sich immer deutlicher herausstellt, daß sie durch Fäden mit dem Zellkern verbunden, sein Abkömmling sind, der auch von ihm aus gelenkt wird. Nicht zu den Organen gehören dagegen die vielerlei (vgl. Abb. 18) Formelemente in Gestalt kleinster Bläschen, Körnchen oder Fibrillen, die sich in allen Zellen finden und von der Forschung im Laufe der Zeiten mit vielfachen Namen wie *Waben, Granula, Spirosparte, Chromosomen, Centrosomen, Chondriosomen, Mitochondrien* belegt wurden.[30]) *Offenbar sind diese Bestandteile, um deren Erkenntnis die biologische Forschung seit einem Menschenalter ringt, keine Organe der Zellen, sondern untereinander in gesetzmäßigem Zusammenhang und zur Zelle nur in einem Integrationsverhältnis.*

Man hat bisher an diese sehr einfache Lösung der Frage nur vereinzelt und zaghaft gedacht, weil man eben den so fruchtbaren Integrations- und Funktionsgedanken auch in der Biologie, wo er an sich so nahe liegt, noch nicht konsequent anzuwenden wagte.

Eigentlich ist es nur *E. Altmann* und seine Schule, welche den Gedanken ausgesprochen hat, der wahre Elementarorganismus sei nicht die Zelle, sondern ein Gebilde, das er *Granulum* nennt, und aus dem sich die Zellen als komplizierte Organismen nach den gleichen Gesetzen aufbauen, wie die dem Alltag bekannten Organismen aus Zellen. (Abb. 18.)

Man wird angesichts der heutigen Erkenntnisse an dieser Ansicht nicht mehr vorüber gehen können; denn namentlich, wenn man das Gesetz der Funktionen auch in der Welt dieser Elementarorganisation anwendet, wird man finden, daß sich dann die ganzen vordem so unverständlich scheinenden Widersprüche der Forschung auf das schönste auflösen lassen.

Bisher standen sich hart und unvermittelt zwei Ansichten gegenüber. Da war die eine, welche neuestens auch *A. Meyer* vertritt, das Plasma sei eine „optisch homogene Lösung", oder, um in der Sprache *Bütschlis* zu reden,

ein kolloidaler Schaum, habe also nur eine Schein-, nicht aber eine wahrhafte Struktur. Für die andere zeugte der Augenschein, daß die Spermatozoiden vieler Tiere und Pflanzen, die des Menschen inbegriffen, einen oft höchst komplizierten spiraligen Bau besitzen. So viele Forscher haben das gesehen, daß keiner mehr daran zweifelt. Auf der Abbildung 20 habe ich das zeichnen lassen, um den Nichtanatomen einen überzeugenden Eindruck davon zu verschaffen. Auf der dritten Seite wurde ebenso unzweifelhaft, z. B. in den Drüsenzellen eine körnige, also wirklich granuläre Struktur nachgewiesen, wie in allen Arten von Zellen fädige Ausscheidungen (*Chondriosomen*, Bd. I Abb. 80) und in sämtlichen sich fortpflanzenden Zellen fibrilläre Differenzierungen wieder spiraliger Natur (vgl. Bd. II Abb. 20). Was man *Karyokinese* nennt, und was heute jedem Lehrling in der Biologie geläufig ist, das arbeitet in der Zelle nur mit Fäden und Fibrillen. Die widerspruchsvollen Befunde versöhnen sich in dem Augenblick, in dem man die Gültigkeit des Funktionsgesetzes im Zellenleben anerkennt.

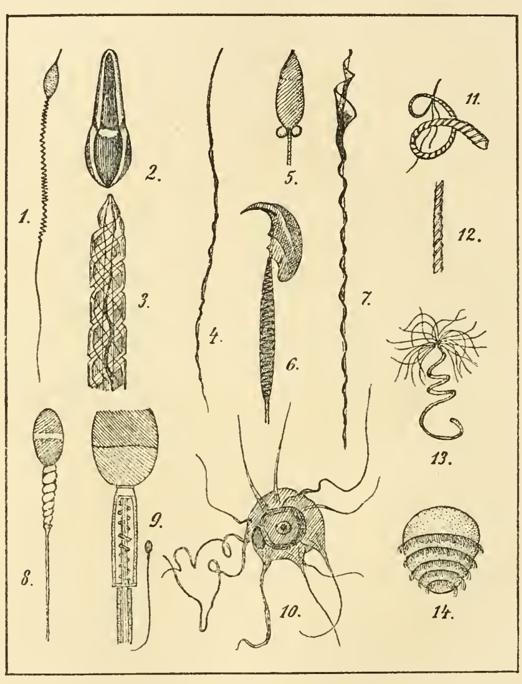


Abb. 20. Samenfäden der Tiere (1—8, 10), des Menschen (9) und der Pflanzen (11—14). Stark vergrößert.

Chondriosomen, Chromosomen und Spiralfibrillen sind biotechnische Formen der Elementarorganismen; sie sind funktionelle Formen, die verraten, daß diese Elemente nicht Ruhezustände darstellen, sondern Leitungs- und Zugleistungen vollführen. Auf einfacherer Integrationsstufe sind sie das, was die Zelle als Ganzes darstellt, wenn sie zur *Muskelfibrille* (vgl. Bd. I Abb. 12) oder zur Nervenfaser wird. Auf noch höherer Integrationsstufe

gehorcht das Organ dem gleichen Gestaltungsgesetz, in der fibrillären Gestalt der Muskeln und Sehnenfasern (Bd. I Abb. 13) noch um eine Stufe höher als Organismus, wenn er zur Liane wird oder Wurmgestalt annimmt. Chromosom, Muskelzelle, Muskel, Fadenwurm wiederholen nur auf vier Stufen das gleiche Funktionsgesetz.

Und genau das Gleiche gilt für das kugelige Ei, den mehr oder minder rundlichen Magen, die parenchymatische Pflanzenzelle (vgl. Abb. 26) oder die kugelige Nervenzelle (Abb. 33) die „Wabe" oder das Granulum in einer Drüsenzelle. Gleiche Funktion verraten sie alle durch ihre Gestalt, nämlich die, ein an sich ruhender Behälter für Inhaltsstoffe zu sein.

Mit anderen Worten: die Plasmaelemente besitzen einen metabolischen Bau; nach biotechnischen Gesetzen geht je nach der wechselnden Leistung eine Funktionsform in die andere über.

Gewiß ist die Regel des kolloidalen Baues auch für die plasmatischen Eiweiße gültig. Die ruhenden Eizellen sind eine Architektur von, wie man sie nennen könnte, *Archiplasten,* die ruhen, daher kugelig, beziehungsweise durch die enge Speicherung polygonal zusammengedrückt sind. Jene Archiplasten aber, die Zugleistungen zu vollführen haben, wie gelegentlich der Kernteilung, nehmen dazu unter dem Einfluß der Funktion die passende Form an; andere, denen Bewegungen zugemutet werden, gestalten sich dadurch zu Spiralfäden. Wenn man sich das durch einfachste Beispiele überzeugend beweisen will, denke man nur an Form und Funktion der *Samenfäden* (Abb. 20), die sowohl dem Schwimmen wie dem Einbohren (ein solches Einbohren in die menschliche Eizelle auf Abb. 95 Band I) in unübertrefflicher Weise angepaßt sind. Unter den Samenfäden gibt es Bohrerformen einer Art, die in der menschlichen Technik noch ganz unbekannt sind. Ich gebe gewissermaßen jedem Freund der objektiven Philosophie die Möglichkeit, Erwerb und neue Industrien durch die Fabrikation solcher Bohrer zu begründen, welche Vorzüge gegenüber den gebräuchlichen Modellen haben, und wünsche mir nur, daß solche Erfinder etwas von ihrem Nutzen zum Wohle der Menschheit im Dienste dieser Ideen verwenden mögen. Was aber der Samenfaden (Abb. 20) als „Funktionsform einer ganzen Zelle", das sind die *Chromosomen* auf der Integrationsstufe der Archiplasten gelegentlich der Befruchtung. Wer pflanzenanatomisch gebildet ist, weiß zur Genüge, daß sie bei dem Eindringen in den Embryosack funktionsgemäße Schraubenzieherform annehmen.[31])

Hier ist ein Neuland der Forschung voll lockender Ziele; ist doch noch nicht einmal die physiologische Anatomie der Zelle restlos geklärt. Wohl sind rein äußerlich (und ohne Kenntnis ihrer technischen Struktur auch unvollkommen und falsch) die Formen plasmatischer Organe aufgezeichnet, und in großen Tafelwerken unterscheidet man außer den 6000 *Radiolarien* an 6000 spezifische Formen von einzelligen *Protozoen,* an 6000 *Diato-*

maceen und 4000 *Desmidiaceen* unter den einzelligen Grünalgen allein, von denen jede eine technische Lösung ihrer jeweiligen Bedürfnissituation ist. Jede Lebensform hat eine andere solche Aufgabe zu lösen in bezug auf Kriechen, Schwimmen, Schweben, Schutz, Einstellung zum Licht, Nahrungserwerb und Fortpflanzungssicherung, und jede löst sie auch auf andere Weise. Sonst wäre es ja nicht möglich, ihre Differentialdiagnose festzustellen. Die Unterscheidung der Arten nimmt bekanntlich gar keine phylogenetischen Merkmale auf (deren Berücksichtigung entscheidet über die Gattungen, noch mehr in zunehmender Wichtigkeit über Familie, Ordnung, Klasse und Phylum), sondern benutzt ausschließlich die Anpassungsmerkmale. Das aber sind die biotechnisch erzeugten, und deshalb ist das Studium der Anpassungen zugleich das der biologischen Techniken.

Da liegt denn schon durch die Betrachtung der zellulären Funktionen im Einzellerleben von unserem neuen Gesichtspunkt aus ein geradezu unübersehbares Reich aufgeschlossen vor dem Menschengeist. Wenn nun die Geißelbewegungen der Flagellaten, die Balanziereinrichtungen und Stützvorrichtungen der Radiolarien (vgl. Bd. I Abb. 37—38), die Schutzbauten der edaphischen Wurzelfüßler (Abb. 23) und Dinoflagellaten (Abbildung 28), die Festigungseinrichtungen der Bacillariaceenpanzer (Bd. I Abb. 65), welche Widerstandsfähigkeit gegen enormen Druck mit größter Leichtigkeit und Materialersparnis vereinigen müssen, und ähnliche derartige Anpassungen von technisch geschulten Köpfen studiert würden, die diese Leistungen sinngemäß auf menschliche Kulturbedürfnisse umrechnen, so würde allein schon das Lexikon technischer Leistungen um viele tausend neue Stichworte vermehrt.

Das Studium der Verspannungen im Kieselalgenpanzer, dem ich mich einige Zeit hingegeben habe, hat z. B. in kürzester Zeit Vorschläge zur Eisenzimmerung für Streckenausbau in Bergwerken ergeben, die den Technikern, denen ich sie vorlegte, neu waren. Es waren darunter sowohl Modelle zur Abhaltung des Firstendruckes, wie für Seiten- und Sohlendruck, und es zeigte sich sofort, wie in den gebräuchlichen Streckenbogen der Mensch das gleiche technische Prinzip anwendet, aber auch in welcher Weise diese Anwendungen ihrem Optimum nähergeführt werden könnten. Durch das gleiche Studium wurden technisch realisierbare Erfindungsideen zur Herstellung von unzerbrechlichen Schachteln und Kisten zutage gefördert, welche Leichtigkeit (daher Billigkeit) mit enormer Widerstandsfähigkeit gegen Außendruck vereinigen; desgleichen Vorlagen für bomben- und drucksichere Gewölbe, im besonderen für Schiffsrümpfe, die wie die Walfischfänger oder Eisbrecher kolossalem Eisdruck ausgesetzt sind.[32])

Es kann natürlich nicht der Zweck dieses Abschnittes sein, hier einen auch nur annähernd vollständigen Abriß der Biotechnik zu entwerfen; für die botanische Seite der Frage habe ich das bereits versucht in meinem Werk über die technischen Leistungen der Pflanzen, das die Serie der



Abb. 21. Der Copris-Mistkäfer auf der um sein Ei herum angefertigten Nahrungspille. Zeichnung von E. Schoch



Abb. 22. Lianen von Clematis im heimischen Auwald. Motiv aus dem Isartal bei München. Originalaufnahme

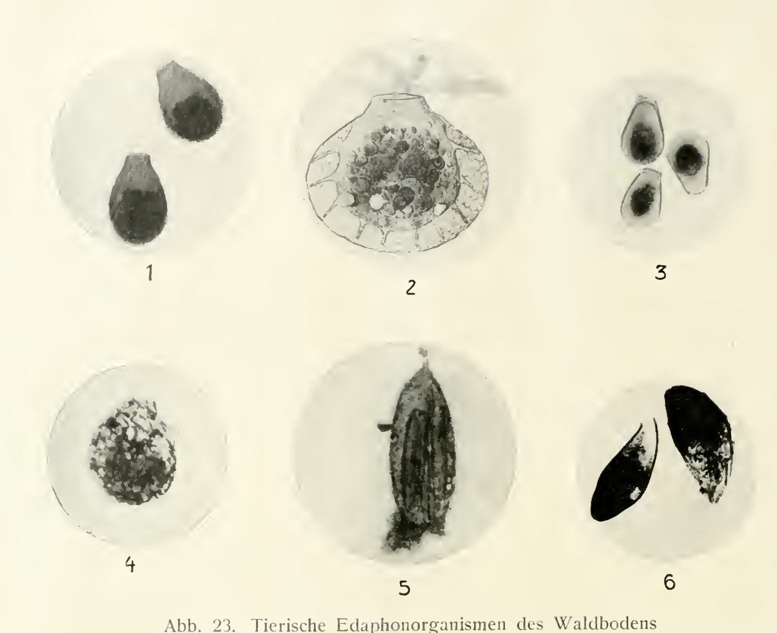


Abb. 23. Tierische Edaphonorganismen des Waldbodens
1 Nebela carinata Leidy, 2 Nebela, 3 Hyalosphenia papilio, 4 Pontigulasia bigibbosa Pen., 5 Gromia sp., 6 Cyphoderia ampulla Ehrb. Mäßig vergrößerte Originalaufnahmen des Biologischen Instituts München

Zu diesen beschalten Wurzelfüßlern gesellen sich nackte und halbstarre Amoeben, Bodenbakterien (besonders die Gattungen Azotobaeter, Clostridium, Nitrosomonas) ferner Kieselalgen (im besonderen Hantzschia, Navicula, Fragilaria, Nitzschia und Primularia, sowie Ennotia), Spaltalgen (besonders Oscillatorien, Isocystis, Stichocollus und Nostoc), Grünalgen (Mesotaenium, Enastrum), zahlreiche Bodenpilze (Leitformen Cadosporium, Mucor, Aspergillus) dazu Rädertiere (besonders Rotifer, Philodina, Callidina), Fadenwürmer (Dorylaimus, Tripyla), Regenwürmer und zahlreiche sonstige Kleintiere, welche zusammen die Lebensgemeinschaft des Edaphons (bisher an 330 Arten bekannt) bilden, welche die Grundlage aller Bodenfruchtbarkeit und Düngerwirkung ist.

„Grundlagen einer objektiven Philosophie" einleitete, um die Aufmerksamkeit zuerst auf den unmittelbaren und greifbaren Nutzen dieser Denkungsart zu lenken. Eine zoologische und cytologische Biotechnik, die ich zuerst in Aussicht genommen, mußte ich vorläufig wieder fallen lassen, da der Stoff in solchem Übermaße zudrängte, daß die Harmonie des Gesamtwerkes, das mir vorschwebt, darunter gelitten hätte. Andere, mit zureichenderer technischer Vorbildung werden das ausführen. Die einmal in ihrem praktischen Nutzen gezeigte Idee wird nicht ruhen, und das Jahrhundert nach uns wird ganze biotechnische Bibliotheken besitzen und seine Produktion längst im neuen Geiste umgestaltet haben. Daß man das Jahr 1917, in dem diese Wende des Denkens einsetzte, dann auch als den Beginn einer neuen Epoche des Kulturlebens im Gedächtnis behalten wird, daran habe ich nicht den geringsten Zweifel, so unvollkommen auch heute noch die Gedanken sind, welche diese Aera eröffnen. Wohl aber kann ich hier an ausgewählten Beispielen einen Begriff davon schaffen, wie ausgedehnt das Neuland des Wissens ist, das sich nun eröffnet. Ein noch unübersehbares Kapitel darin sind unter den Funktionsformen der Einzeller die Geißeln der Flagellaten und die Einrichtungen, welche den im Wasser lebenden Kleinwesen das Schwimmen und Schweben gestatten.

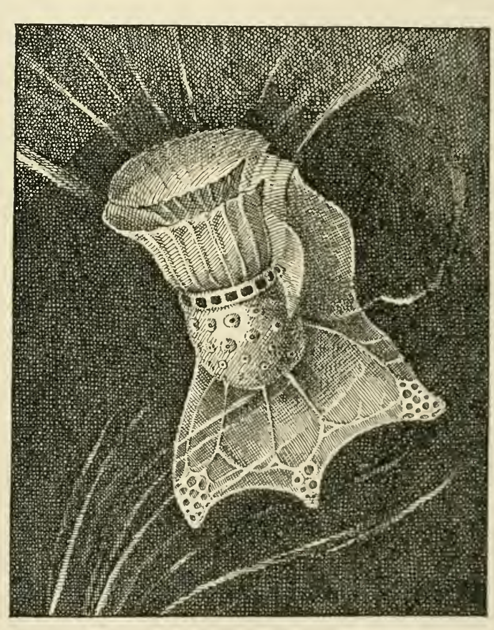


Abb. 24. Eine Schwebeform des Meeres (Ornithocercus). Sehr stark vergrößert. Durch die technischen Einrichtungen des Vorderendes und den Kiel wird die bestimmte gezeichnete Stellung der Pflanze festgehalten, in der das Gebilde in einem kleinen Wasserwirbel langsam sinkt und wieder emporsteigt, wodurch es dauernd schwebt. Original des Verfassers.

Die Abbildungen 24 und 28 stellen einige hervorragende technische Versuche des Plasmas dar, dieses Problem optimal zu lösen. Alle die abgebildeten Zellen, Bewohner sowohl des Süßwassers wie des Meeres und spezifisch schwerer als das Wasser,

sind darauf angewiesen, an der Oberfläche zu leben, da sie zur Kohlenstoffassimilation des Lichtes bedürfen. Sie dürfen aber zu diesem Zweck nicht den Wasserspiegel selbst aufsuchen, da sie dort einer Zerreibung durch die Wellen ausgesetzt wären. Das zu lösende technische Problem war demnach für sie: wie erhält man sich dauernd in der Region zwischen einem halben und zwei bis drei Metern unter der Oberfläche schwebend? Die Formen dieser Zellen verraten, durch welche Konstruktion diese Aufgabe lösbar ist. Daß sie auf diese Weise gelöst wurde, ist nicht zu bezweifeln, denn die in Frage kommenden *Dinoflagellaten* wären sonst längst ausgestorben, wenn sie je in die lichtlose Tiefe sinken würden. Man findet sie stets auf- und niederschwebend in den lichtschimmernden Regionen der Seen und des Meeres. Wenn man nun ihre merkwürdige Einrichtung näher studiert, wird man finden, daß sie eine eigentümliche Zwischenkonstruktion ist, die teils an Fallschirme, teils an die Leitapparate von Turbinen erinnert, jedenfalls in der menschlichen Technik nicht ihresgleichen hat und dem Maschineningenieur ein Studienobjekt von hervorragendem Interesse bietet, um so mehr, wenn man bedenkt, daß es an 600 spezifisch verschiedene solcher Konstruktionen gibt.

Die *Ceratium*formen der Abbildung 28 überraschen durch eine andere Anpassung merkwürdigster Art. Wenn man sie mit der Ritterrüstung auf der Abbildung 29 vergleicht, so kann man nicht verkennen, daß eine prinzipielle Übereinstimmung besteht zwischen der Plattenrüstung einer solchen Zelle und den Harnischen der Ritter des XV. Jahrhunderts. Im besonderen ist die bewegliche Verbindung der Armkacheln mit den Armschienen eine Konstruktionsidee, die in Natur und Kultur sich aus der gleichen mechanischen Notwendigkeit der beweglichen Verbindung bewährte. Ganz besonders bemerkenswert ist auch die Riefung der *Ceratium*platten, wenn man sich an die alte Erfahrung der Plattnerkunst erinnert, wonach geriffelte Rüstungen (der sogenannte *Maximiliansharnisch*) besondere Widerstandsfähigkeit hatten. Beides, sowohl der geschiente Harnisch wie die Riffelung sind übrigens technische Leistungen, die als *Konvergenzerscheinung* im Bau der *Käfer* wiederkehren, als ein Zeichen dessen, daß es sich bei aller Biotechnik nicht um spezifische Leistungen der Organismen, sondern um die Kundgebung eines alles Sein durchprägenden Weltgesetzes handelt.

Sind nun aber die freilebenden Zellen auf ihre funktionellen Anpassungen nicht immer leicht einzuschätzen, so ist das noch weit mehr erschwert bei den im Zellenverband sich spezialisierenden Gewebezellen, obwohl gerade sie das von der entwicklungsmechanischen Schule für klassisch erklärte Beispiel funktioneller Anpassung sind. Schon die *Gesellschaftsbildung* selbst ist eine solche, die sich vom Archiplasten an durch alle Integrationsstufen bis zum Kosmos verfolgen läßt, und in deren Rahmen die menschlichen Gesellschaften und Staaten ihre Besonderheit verlieren, dagegen das Naturgesetzliche besonders scharf hervortritt.

Auch der Staat, sowie jede Organisation, handle es sich nun um eine wissenschaftliche Gesellschaft oder eine politische Partei, ein Weißwarengeschäft oder eine große Bank, *sind biotechnische Produkte und werden nur dann von voller Wirksamkeit, krisenfrei, daher von Dauer sein, wenn sie das im Organismus deutlich und vorbildlich erkennbare Weltgesetz der Organisation befolgen,* was allein schon genügen dürfte, um Politiker und Staatsmänner wie gewiegte Kaufleute zum genauen Studium der objektiven Philosophie zu veranlassen. Sie können wahrlich ihr genug ausschlaggebende Anregungen entnehmen.[38])

In diesem Rahmen gliedern sich die Teile des Organismus in Organsystemen, Organen, Gewebesystemen und Geweben nach dem Gesetz der Integration, die dadurch gleichfalls als Funktionsform des Weltphänomens durchschaut ist.

Dieser Gedanke rührt unmittelbar an das Herz der *Physiologie,* indem er zwingt, sich auf allen Stufen der Organisation die Ursache der Formbildung klar zu machen. Das aber ist das physiologische Problem kat exochen. *Formbildung ist immer nur ein Ausdruck des Geschehens,* sei es nun in der lebenden oder in der sogenannten toten Substanz, untrennbar von Energieumsetzungen und Stoffwechsel. Auch die scheinbar feste organische Form, also das Bild, das unser Erleben von einer Leber, einer Hand, einem Insekt empfängt, ist nur der jeweilige Ausdruck eines Komplexes von Vorgängen, ganz ähnlich wie das Bild einer Flamme oder eines Springbrunnens, die es als „Individuum" in Wirklichkeit gar nicht gibt. Wirklichkeit ist nur die Bewegung stets wechselnder Wasserteilchen, die leuchtende Oxydation auftauchender und verschwindender Materiepartikel, wirklich ist nur die Funktion von Zellen als Stoffaustausch, Formänderung durch Kontraktion, Wachstum und Teilung, Farbenwechsel durch Änderung ihres physikalischen Zustandes, *weshalb jeder Wechsel der Funktion einen Wechsel der Form,* das Wort im weitesten Sinn genommen, *nach sich zieht.* Es ist ein und dieselbe Tatsache, welche dreimal verschieden bezeichnet wird, wenn man sie als biotechnisches Geschehen, funktionelle Anpassung oder physiologische Funktion benennt, je nach den Gesichtspunkten, nach denen man sie betrachtet.

Alles physiologische Geschehen produziert Biotechniken. Die Atmung ist eine solche, ebensogut wie die Bewegung; der Stoffwechsel durch Ernährung ist eine solche, die *Ausscheidung* und die Zirkulation *(Sekretion)* haben ihre technischen Methoden, ebenso die Sinnestätigkeit, das Denken ebensogut wie die Fortpflanzung, das Wachstum und die Speicherung von Reserven, die Ausheilung erlittener Schäden, die Regeneration und was der physiologischen Funktionen sonst noch mehr sind. Sie alle macht der Mensch nach, zum größeren Teil unbewußt, teilweise mit vollem Bewußtsein in seinem Dasein, auf höherer Integrationsstufe und mit teilweise anderen Mitteln. Aber auch diese Integrierung ist nichts Neues, denn

6*

schon innerhalb des Organismus wiederholt sie sich. Die Biotechnik der Gewebe wiederholt sich im großen und ganzen in den Organen, dann im ganzen Organismus. Die schon erwähnten Knochenlamellen der Spongiosa (Abb. 16), die ein Trajektoriensystem bilden, arbeiten dabei nach einem mechanischen Gesetz, dem auch der einzelne Knochen im Verhältnis zum Organsystem, in das er eingebaut ist, folgt. Auch die ganzen Knochen sind, wovon ein Blick auf das Skelett des Menschen (vgl. dessen Bild) überzeugt, wieder nur die Druck- und Zuglinien im sich bewegenden Bein oder Arm, die nach dem Ökonomiegesetz stabil ausgefüllt sind und sich nach den mechanischen Gesetzen größter Haltbarkeit zusammenschließen. Will der Mensch seinen ganzen Körper in ein über ihn hinausgehendes System einbauen, so wird er das optimal wieder nur durch Verwirklichung derselben Prinzipien machen können, auch wenn er dazu andere Mittel, also etwa Holz, Stein oder Eisen verwendet. Wendet er nicht die richtigen Prinzipien an, dann trägt ihn eben das Bauwerk nicht. Wünscht er also sein Bein zu verlängern oder seinen Standpunkt zu erhöhen, so kann er das zweckmäßig nur, indem er sich künstliche Röhrenknochen, d. h. Stelzen anschafft oder sich auf Gerüste stellt, die bei größter Materialersparnis dann am haltbarsten sind, wenn sie in den Verspannungen ihrer Balken- oder Eisenteile wieder das Funktionsgesetz seiner feinsten Knochentrajektorien wiederholen.

Es gibt eben nur eine Art, um etwas vollkommen zu gestalten, und die ist auf jeder Integrationsstufe dieselbe; sie geht durchgängig durch das ganze System von Zusammenhängen, das der Mensch Welt nennt. Darum imitiert die Menschentechnik bereits unbewußt die organische Technik. Beide vollziehen einfach das Funktionsgesetz, weil alles nur nach diesem Gesetz funktionieren kann.

Wenn eine Zugleistung stattfinden soll, dann ist die entsprechende Form eine feste Verbindung zwischen einem stabilen und dem heranzuziehenden Punkt. Sie hat Seilform, mag sie nun ausgebildet sein einmal als Myofibrille im Muskelprisma, oder als Muskelfaser, als ganzer Muskel, als Muskelgruppe des Armes, als Arm, als Liane (Abb. 22), als ganzer Mensch, der etwas zieht, oder in seiner Verlängerung als Seil, kompliziertes Kabel, das den Muskelbau wiederholt. Die Sachlage dieser Beispiele begleitet uns nun die gesamte Physiologie hindurch. Man mag hinblicken, wohin man will, sei es auf die Anpassungen der Zellen im Gewebe oder die der Organe oder des ganzen Organismus, immer und überall vom Kleinsten bis ins Größte, vom Einfachsten bis zum Kompliziertesten *ist Pflanze, Einzeller, Tier und Mensch so gestaltet, daß er seine Funktionen optimal ausführt.* Das war den Menschen auch von je bewußt; nur haben sie sich einer anderen Ausdrucksweise dafür bedient; sie nannten einen Organismus mit optimalen Funktionen „normal“ und „gesund“ und wußten, daß er, solange er beide Bezeichnungen verdient, auch unbeschränkte Dauer

habe. Ein Zurückbleiben hinter dem Optimum infolge nicht vollkommen gesetzmäßiger Funktion wird von der Sprachlogik als krüppelhaft, pathologisch, anormal, als *Krankheit bezeichnet* und mit dem Bewußtsein verknüpft, daß nun entweder eine Rückkehr zur Norm erfolgen oder die Dauer erlöschen muß.

Der anormale Organismus stirbt und beendet die Funktionen des Lebens. Da nun alle Organismen gestorben oder krank sind, die nicht optimal funktionieren, ist in dieser Norm die Gewähr der bestmöglichen Funktion, als der günstigsten Lösung des jeweils vorliegenden technischen Problems gegeben. Und daraus leitete ich in der Biotechnik das Recht ab, *die normalen, lebenden Organismen der Technik als unbedingte Vorbilder hinzustellen, wenn das gleiche technische Problem wie im Vorbild vorliegt.*

Es wird mithin der Techniker, der Ingenieur so gut wie der Chemiker oder der Architekt nicht umhin können, sich der Biologie mit den Fragestellungen der objektiven Philosophie zu nähern und ihr genaues technisches Studium in sein Programm aufzunehmen.

In den physiologischen Gesetzen wird diese biologisch orientierte Technik alsbald ein prachtvolles Beispiel für das Funktionieren einer Kraftmaschine erkennen, im Organismus ein „stationäres System“, das selbständig die zu seinem Betrieb nötige Energie als sogenannte Nahrung aufnimmt und die Fähigkeit hat, sich zu vervielfachen.

Dieser Energiewechsel hat dreierlei Formen, die man hergebrachtermaßen als tierische, pflanzliche oder parasitäre Lebensweise bezeichnet, und wonach man ziemlich inkonsequent Tiere und Pflanzen unterscheidet. Inkonsequent ist das deshalb, weil dann die tierisch lebenden, sogenannten *fleischfressenden Pflanzen*, deren Mahlzeit auf Abbildung 30 dargestellt ist, ebenso zu unrecht dem Pflanzenreich zugeteilt werden, wie die halb Aas verzehrenden, halb Bodenpilze, also Eiweiß verzehrenden Schmarotzer nach Art der Nestwurz (Abb. 26), während man schmarotzende und dadurch die Funktionsform von Wurzelfäden annehmende Krebse unbedenklich ihrer Abstammung zuliebe im Tierreich beläßt.

Die *Pflanze* (Ausnahmen s. oben) nimmt durch die Blätter nur Gase, im besonderen Kohlensäure und Wasserdampf auf, durch die Wurzeln dazu Wasser und darin gelöste Stickstoffverbindungen, Kali-, Magnesium- und phosphorsaure Salze, verarbeitet diese mit Hilfe von Oxygen, das sie durch einen anderen Prozeß, den man *Atmung* nennt, aufnimmt. Dadurch wird Energie frei. Davon besorgt die Pflanze die molekularmechanischen Umwechselungen, die sich als Wachstum, Bewegungen, Sinnestätigkeit und Fortpflanzung kundgeben, sowie Atomumsetzungen, die noch zu dem Chemismus ihrer Ernährung gehören, kurz alles, was man ihren Lebensprozeß nennt. Was nicht verbraucht wird, speichert sie, so wie wir Elektrizität in Akkumulatoren speichern, in Knollen (Kartoffeln), Samen (Getreide) und Früchten als Reservenahrung.

Das *Tier* nimmt aus seiner Umwelt gasförmige Stoffe, feste und flüssige Nahrung auf, die im wesentlichen (und das tut auch sowohl der *Saprophyt* [Aasverzehrer] wie der *Parasit*) aus Oxygen, Eiweiß, Fett, Kohlehydraten und Wasser bestehen. Mit Hilfe des durch die *Atmungsorgane* (vgl. Abb. 32) aufgenommenen Oxygens werden die zwei anderen verbrannt und verdampft; durch diese Oxydation wird Energie frei, genau so wie *im Pflanzenleibe, dessen Stoffwechsel daher prinzipiell durchaus mit dem tierischen identisch ist.* Da somit die letzte trennende Barrière zwischen den beiden Gruppen von Lebewesen fällt, wird die Forschung und damit auch der Unterricht nicht umhin können, so wie es auch in diesem Werke geschieht, nicht mehr Botanik und Zoologie, sondern nur mehr eine einheitliche *vergleichende Biologie* zu betreiben, welcher allein die Zukunft gehört.*)

Von der freigewordenen Energie lebt auch das Tier genau nach dem gleichen Gesetz wie der pflanzliche Organismus. Im besonderen werden im Stoffwechsel Fette und Kohlehydrate gleichsam wie in einem Ofen zu H_2O und Kohlensäure verbrannt, Eiweiß aber mit Hilfe von Verdauungsenzymen auf kaltem Wege nur bis zum *Harnstoff* und ähnlichen Substanzen abgebaut. Der deutsche Physiologe *Rubner* maß die Kalorien der aufgenommenen Nahrung, verglich sie mit der Abgabe an Wärme beim Menschen und fand, daß das Aufgenommene durch Lunge, Nieren, Darm und Haut fast restlos wieder hergegeben wird. Die Differenz betrug nur 0,1 Prozent.

Es stammt also das, was man *vitale Energie* nennt und wozu auch die geistigen Funktionen gehören, nur aus der Nahrung. Das meiste der Energie wird für die Muskeltätigkeit und die Funktion der großen Drüsen, wie der *Leber* und der *Nieren* verwandt und ebenso zur Verdauung; das Gehirn dagegen erhält davon so wenig, daß man es noch nicht messen konnte. Beim jungen Organismus von der Pflanze bis zum Menschenkinde kommt dazu noch ein erheblicher Energieverbrauch durch das Wachstum, der bei der Pflanze zeitlebens größer bleibt als bei dem animalischen Organismus. Die klassischen *Rubner*'schen Untersuchungen haben die Mechanik dieser Vorgänge klargelegt. Seit ihnen weiß man z. B., daß zum Ansatz von einem Kilo Körpersubstanz des Menschen 4800 Kalorien Nahrung notwendig sind, zu dessen technischem Aufbau nur 800 Kalorien verwandt werden. Der Mensch ist also, als Kraftmaschine betrachtet — ein Vergleich, der sich schon *Lavoisier* aufdrängte — in einer ähnlichen Lage wie die kalorischen Maschinen, also die Dampfmaschinen oder Benzinmotoren, die das Prinzip seiner Biotechnik wiederholen. Er leistet nur durch den physiologischen Prozeß eine zweifache Umwandlung, zuerst der chemischen Energie in Wärme, dann dieser in chemische Energie. *Der Stoffwechsel*

---

*) Vgl. Grundlagen zu einer objektiven Philosophie I. Teil. Vergleichende Biologie Leipzig (Theod. Thomas). 1922.



Abb. 25. Honigsporne der Blüten von Aquilegia chrysantha. Orginalzeichnung.

kann von diesem Standpunkt aus definiert werden als eine Überführung der chemischen Energie in Arbeit und Wärme. So wie wir gelernt haben, durch den Akkumulator aus chemischer Energie unmittelbar elektrische Energie herzustellen, so kann auch der „Muskelmotor", wie er im tierischen Organismus verwirklicht ist, als chemo-dynamische Maschine das gleiche leisten, wobei die Wärme (wie „heiß" macht doch Muskelarbeit!) nur mehr ein Nebenprodukt ist.

Diese Wärme wird nach Bedarf durch thermoregulatorische Einrichtun-

gen, wie die Haut, die Körperform, die Schweißdrüsen abgeleitet oder durch das Fett und das Haarkleid (Pelze) zurückgehalten. Wenn wir uns im Winter eines Pelzmantels erfreuen, war der Kürschner ein Biotechniker, der nur den Organismus nachahmte, und daß die Pflanze nicht die 36° C der Blutwärme in ihrem Innern aufweist, sondern Baumstämme im Innern bei Winterfrost nur wenige Grad über Null, also eine geringe Körperwärme besitzen, rührt namentlich von ihrer Körperform, der Zerteilung durch Äste, Wurzeln und Blätter her. An sich produzieren die Pflanzen durch Atmungsoxydation ebensogut Wärme wie das Tier, und in halbgeschlossenen Blüten gleich der auf Abbildung 25 dargestellten *Aquilegia* herrscht immer eine annehmbare Temperatur, die sich in den *Arumblütenständen* bis auf Blutwärme und darüber steigert. Heizen, d. i. die Oxydation von Kohle, Holz oder Tran, ist demnach ebensogut eine Nachahmung eines organischen Vorganges, wie das ganze Kulturleben nur eine angewandte Biologie ist. Diese zunächst vom allgemeinsten Gesichtspunkt betrachteten *Funktionen schaffen sich nun im Organismus ihre Organe, deren Bau vom Größten bis ins Feinste ein unerschöpflicher Wunderborn der Biotechnik ist,* den man von unserem Gesichtspunkt aus noch kaum zu studieren begonnen hat.

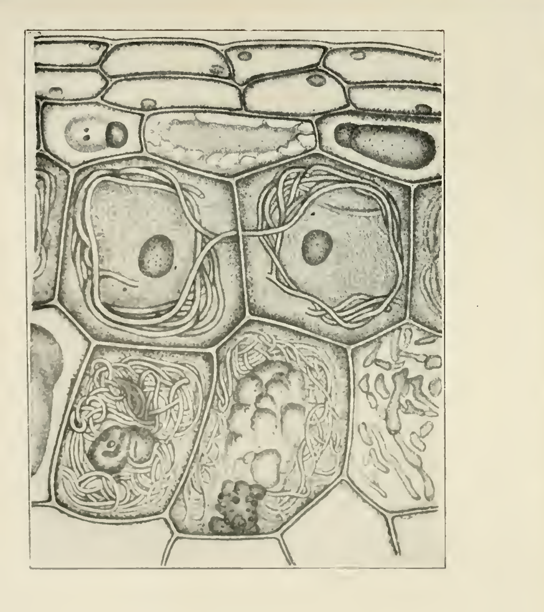
Aus dem notwendig werdenden Handbuch der physiologischen Biotechnik will ich hier nur einige wenige Seiten aufschlagen, da das, was zu beweisen war, vielleicht schon mehr als genügend belegt ist.

Gar nicht studiert von der Praxis sind z. B. die Mundwerkzeuge der Tiere. *V. Graber,* einer der ganz wenigen Zoologen, denen schon in der älteren Generation etwas von dem Problem der Biotechnik aufgegangen ist[34]), sagte einmal mit Recht, daß die Schneide- und Stechwerkzeuge der Tiere den Neid der Mechaniker schon allein durch das Material erregen würden. Ohne jede Theorie, nur aus dem plumpen Bedürfnis heraus, hat man sich gezwungen gesehen, gewisse Werkzeuge nicht nur in der Form nachzuahmen, sondern aus dem tierischen Material, nämlich aus Horn und Elfenbein, zu verfertigen, weil dieses das Optimale für den gegebenen Zweck ist.

So bestehen, um ein konkretes Beispiel zu nennen, die Chitinmundwerkzeuge aller Gliederfüßler aus einem Material, das man in seinen unerreichbaren Qualitäten nicht nachmachen kann. Wohl aber hat man in der Schere, der Zange, der Nadel, dem Hammer und dem Amboß, der Ahle Funktionsformen nachgeahmt, die, wie ein Blick auf die Abbildung 27 überzeugend lehrt, von der Organisation der *Rädertiere (Rotatorien)* und Käfer, Fliegen und ihrer Verwandten längst angewandt werden.

Ein chemisches Laboratorium von verwirrend vielfachen, noch längst nicht durchschauten Arbeitsmethoden ist der *Verdauungsapparat* der Tiere und des Menschen, zu dessen biotechnischem Verständnis die Abbildung 82 in Band I und hier die Abbildung 33 betrachtet werden mögen.

Alle Verdauung geht nach der neuen, vom Menschen bisher kaum aus-



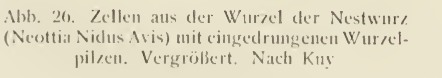


Abb. 26. Zellen aus der Wurzel der Nestwurz (Neottia Nidus Avis) mit eingedrungenen Wurzelpilzen. Vergrößert. Nach Kny

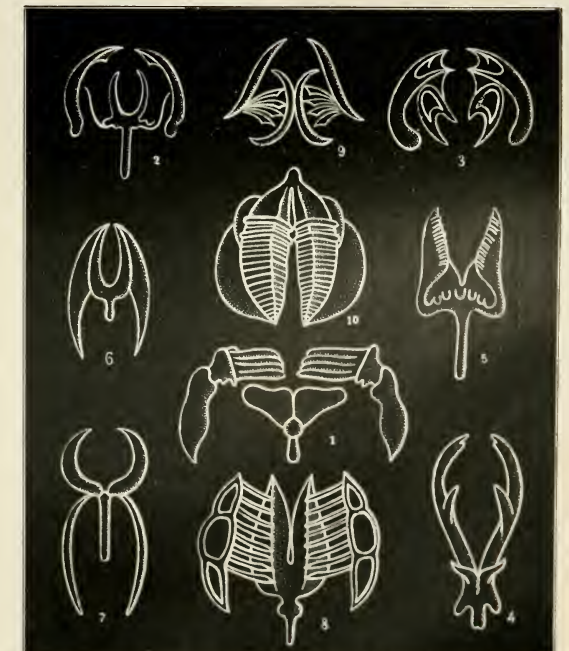


Abb. 27. Aus der Biotechnik des Tierkörpers

Kauwerkzeuge von Rädertieren (Rotatorien), welche ebensoviele Werkzeugtypen (Amboß, Hammer, Kämme, Zahnleisten, Pfriemen, Sicheln, Messer) darstellen

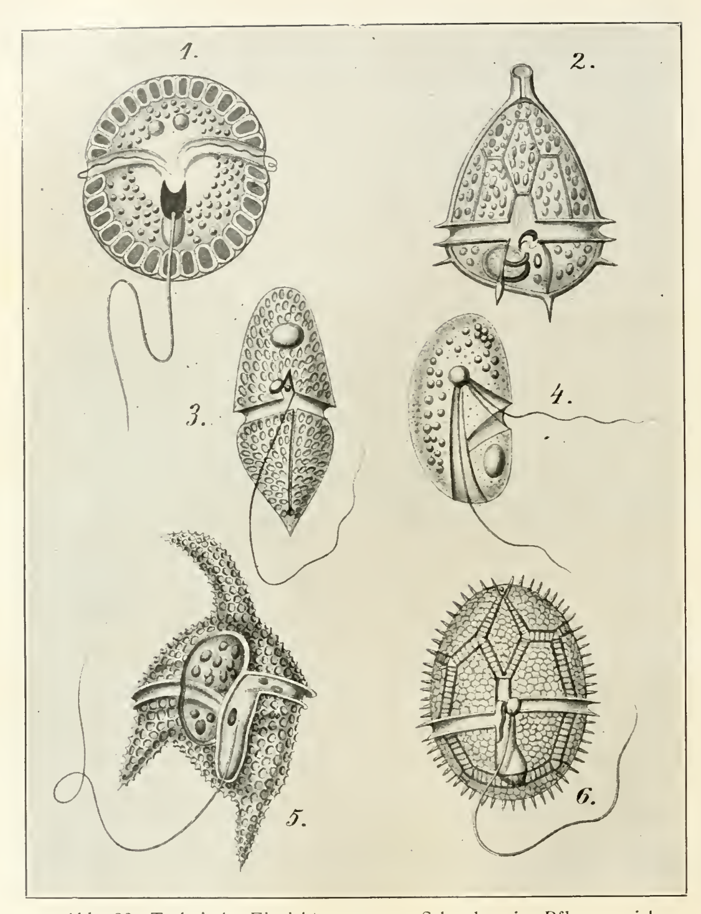


Abb. 28. Technische Einrichtungen zum Schweben im Pflanzenreich

Dinoflagellaten der Gattungen Gymnodinium (1), Glenodinium (2), Amphidinium (3), Hemidinium (4), Ceratium (5), Peridinium (6) aus den heimischen süßen Gewässern, von denen jede eine andere technische Lösung des Schwebeproblems darstellt. Stark vergrößert. Originalzeichnung von A. Pfenninger



Abb. 29. Ein Maximiliansharnisch nach Mailänder Art „geriefelt“ aus Nürnberg
Original aus dem Armeemuseum zu Munchen



Abb. 30. Blatt des Sonnentaus (Drosera rotundifolia) bei der Nahrungsaufnahme
Das eingerollte Blatt saugt eine gefangene Mücke aus.
Aufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München

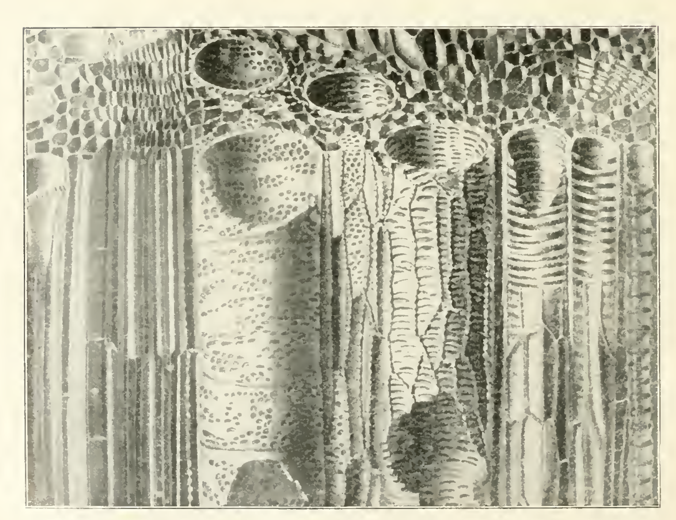


Abb. 31. Die Anwendung technischer Mittel im inneren Bau der Pflanze
Einblick in das Röhrensystem eines Stengels der Sonnenblume. In den großen Röhren wird die Nahrungslösung, in den Siebröhren (links am Rande) werden kolloidale Substanzen geleitet. Die Wandung der Röhren ist nach dem Gesetz der Ökonomie nur in bestimmter Weise verdickt, um optimale Festigkeit zu erreichen. Sehr stark vergrößert. Nach Hegi

genützten Arbeitsmethode der katalytischen Arbeitsbeschleunigung ohne Wärme vor sich, durch Fermente, die als Ptyalin im Speichel, Pankreassaft durch die Bauchspeicheldrüse, im Darmsaft und durch die Leber (vgl. hierzu besonders Bd. I Abb. 82) ausgeschieden werden, um die Kohlehydrate zu invertieren, das Fett mit Hilfe der Galle zu emulgieren und die Eiweiße von ihrem hochmolekularen Zustand in einfachere Verbindungen abzubauen. Die dazu gehörigen technischen Formen sind die der *Drüse* (vgl. Abb. 33) in ihren verschiedensten Formen, die vom Menschen als Retorte, Eprouvette, Flasche nachgemacht werden. Zu ihrer Leitung dienen Röhren nach Art der Ausführungsgänge der bekannten Ohrspeicheldrüse (Parotis) oder der Gallengänge, vom Menschen in den Gummiröhren ebenso kopiert, wie in dem Pflanzeninneren in Gestalt der wasserleitenden Gefäße (Abb. 31) und eiweißleitenden Siebröhren, äußerlich aber als Blattstiel oder Liane (Abb. 22 und Bd. II Abb. 87) in höherer Integrationsstufe vertreten, was sogar in der anorganischen Natur als Funktionsform des Bachrinnsals, der Hochgebirgsrunse oder des Höhlenflusses wiederkehrt. Behälter wie den der Mazeration dienenden *Magen* oder die Gallenblase oder die *Harnblase* (s. Bd. I Abb. 82) wendet der Mensch in den Ziegenschläuchen des Orients und der Antike, in den Kesseln und Alembiks tausendfach variiert an.

Wem diese ewige Wiederkehr gleicher Formen bei gleicher Funktion auf allen denkbaren Seinsstufen nicht klar macht, daß „Technik“ unter allen Verhältnissen ein und demselben Gesetz folgt, dessen Kopf ist für Denkarbeit überhaupt verloren. Wenn aber die Funktionen gesetzmäßig an bestimmte Formen gebunden sind, dann kann der Mensch die Objekte, welche ihn umgeben, und die bei ihrer weit älteren Vergangenheit als seine Erfahrung stets optimale Lösungen darstellen, als Modellbuch für von ihm gewünschte Leistungen verwenden und seiner Technik das Studium der Natur zur maßgeblichen Unterlage geben. Mit anderen Worten, dann ist die Berechtigung der Biotechnik evident.

Röhren sind auch die Tracheen der Insekten (Abb. 33) oder die Därme (Abb. 32), deren Lagerung in der Bauchhöhle (wieder ein Behälter höherer Seinsstufe) maximale Unterbringung auf kleinstem Raum verwirklicht, deren Inneres mit den Darmzotten das ideale Vorbild elektiver Aufsaugung wäre, wenn es nicht nach einer Technik tätig wäre, die man mit unseren Hilfsmitteln noch gar nicht nachahmen kann. Sie geht nämlich aktiv vor sich durch eine energetische Arbeit, die nicht den physikalischen Gesetzen folgt, sondern regulativ, also den teleologischen Gesetzen der Psyche. Die Möglichkeit einer *Psychotechnik* aber liegt noch in weiter Ferne, obzwar sie prinzipiell durchaus denkbar und dringend notwendig ist. Unsere Maschinen und Mechanismen sind alle Automaten mit heteronomer, von außen in sie hineingelegter Teleologie, während die lebenden Organismen Maschinen mit autonomer Teleologie, also Personen sind. Dies übersah der

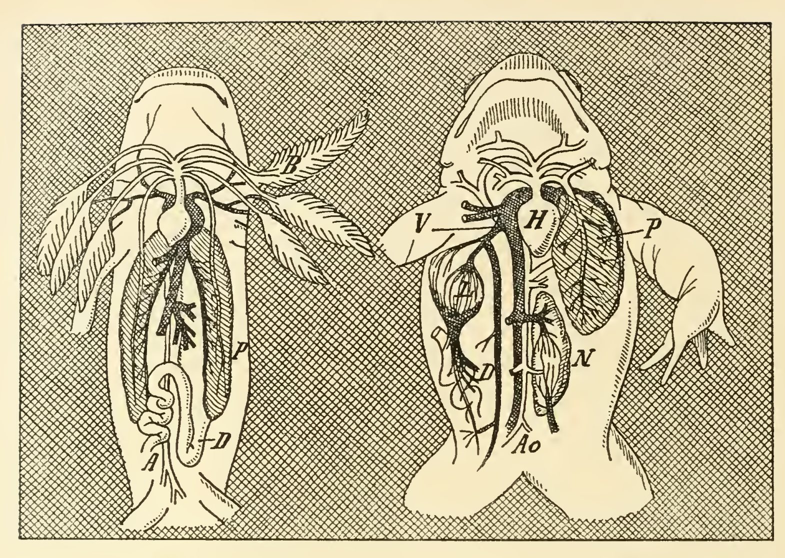


Abb. 32. Atmungsorgane der Amphibien. Links ein Olm, der Kiemen (B) und Lungensäcke (P) zugleich besitzt. D Darm, A Aorta. Rechts die Darstellung des Kreislauforgane eines Frosches. P = Lunge der linken Seite (der rechte Lungensack ist nicht gezeichnet) mit der Arteria pulmonalis (hell) und der Vene (dunkel) der Lunge. H Herz, V Vena cava. L Pfortaderkreislauf der Leber, Ao Aorta, N Niere, D Darm. Nach Claus Lehrbuch.

Materialismus, der sich als naturphilosophische Richtung *Mechanismus* gegenüber dem *Vitalismus* nennt; übersehen hat er es seit dem „l'homme machine" von *Lamettrie* bis heute; gut und richtig herausgearbeitet haben dagegen diese Erkenntnis ein Teil der vitalistischen deutschen Biologen, namentlich *H. Driesch* und *A. Pauly*[35]), die aber alle über das Ziel hinausgingen und jeden Zusammenhang des Seelischen mit der unleugbaren Maschinenstruktur des Lebendigen in Abrede stellten. *Daß der Organismus teleologisch befähigt ist, braucht man gar nicht nachzuweisen angesichts des eigenen Erlebens, und daß er eine Maschine ist, läßt sich doch nun einmal nicht leugnen.* Er gehört nur zur Kategorie der Maschinen mit *Selbststeuerung* nach dem teleologischen Gesetz des Psychischen, er hat also eine besondere Konstruktionsart, die man derzeit noch nicht anders nachmachen kann, als daß man diese Teleologie von außen dazu bringt, also z. B. zur Lokomotive, die keine Orientierung hat und keinen Bedürfnissen und Reizen folgt, einen Lokomotivführer stellt, der die Aufgabe ihrer psychischen Lenkung hat. Beide zusammen stellen dann eine neue Art von Organismus dar: einen Menschen mit biotechnischen Kräften, die über seine individuellen hinausgehen. So vermehrt die Technik die

Leistungen des Menschen; *die Techniken sind gesteigerte Anpassungen* und haben hierin ihre Rechtfertigung und ihre Grenze.

Die Röhren der Tiere und Pflanzen enthalten nun zahlreiche Eigenheiten, die dem Techniker Neues lehren können. Zu ihnen gehören doch auch die Röhren, welche das *Blut*, nämlich das Mittel zu allen Zellen bringen, das den Atmungs- und Ernährungsstoffwechsel durchführt. Diese Blutgefäße, sowohl die sauerstoffreiches Blut transportierenden *Arterien* wie die *Venen*, sind eingerichtet für die notwendigen Funktionen der Beschleunigung und Regulation dieses Transportes, weshalb sie sowohl elastische wie kontraktile, d. h. selbsttätig zusammenziehbare Elemente in ihrer Wandung ausbilden. Der Anatom bezeichnet diese als *Elastin-* und glatte Muskelfasern. Und die *Selbstregulation* spricht sich wieder darin aus, daß sie mit einem unwillkürlich funktionierenden Nervensystem verbunden sind, das es beurteilt, wann diese Faser im Dienste des Ganzen zu erschlaffen, und wann sie sich zu kontrahieren habe. Danach tritt Blutfülle in einem Organ ein oder Blutleere. Weil aber diese Urteile nur als *Reflexe*, also schematisch vor sich gehen, geschieht das manchmal nicht zweckmäßig, und so entstehen Entzündungen, Eiterungen, Ohnmachten (Blutleere des Gehirns) und damit auch schwere Schädigungen. Von diesen Eigenschaften kann man weder die Peristaltik*) noch die reflektive Regulation nachmachen, wohl aber die Elastizität, und die Industrie benützt denn auch tatsächlich geflochtene, daher elastische Röhren für gewisse Zwecke. Ein anderer Umstand aber ist bislang noch ihrer Aufmerksamkeit entgangen. Alle Blutgefäße setzen bei Verzweigungen stets mit einer kleinen Erweiterung an, was zur Folge hat, daß der Abfluß beschleunigt wird und Stauungen vermieden werden. Überall, wo die mechanische Lage einer Zirkulation gegeben ist, müßte man sich daher dieses biotechnischen Mittels zu gleichem Zweck bedienen. Tatsächlich erfüllen ihn die Muffen an den Zusammensetzungen der Kanalisationsrohre. Sie vermindern auch bei den Verzweigungsstellen die Reibung und dadurch Anhäufung der in ihnen zirkulierenden Stoffe genau so wie die gleiche Funktionsform die Reibung der Blutzellen auf ein Minimum herabsetzt. Nimmt man die Pläne altdeutscher Städte, also etwa Hildesheim, Frankfurt a. M., Nürnberg oder Nördlingen zur Hand, so wird man in ihrer Altstadt den Verlauf der Gassen und den Ansatz der in sie mündenden Gäßchen das Gesetz der Blutgefäße wiederholen sehen. Überall besteht die Neigung, die Abzweigungsstelle mit einer kleinen Erweiterung zu versehen. Es ist nun nicht anzunehmen, daß die alten Stadtbaumeister sich dessen bewußt waren, wie sehr sie dadurch dem regen Verkehr in der quetschenden Enge dieser kleinen Gäßchen eine Erleichterung verschafften, wohl aber haben es unter dem Zwange der Not

---

*) = Rhythmus der Muskelbewegung, der sich als *Puls* zeigt und aus zwei Elementen besteht, der *Herzsystole* als Kontraktion des Herzmuskels und dem *Dikrotismus* als Kontraktion der Muscularis der Adern.

die modernen Stadtarchitekten gelernt, und namentlich in den Weltstädten (man sehe sich auf das hin den Hausvogtei- oder Nollendorfplatz in Berlin oder die Place de l'Opéra in Paris an) trachtet man wenigstens an den verkehrsreichsten Plätzen dem Verkehr diese Reibungsverminderung zu verschaffen. Ich würde vorschlagen, das biotechnische Vorbild der Arterien an allen Straßenabzweigungen anzuwenden, zum mindesten, wenn die Bodenpreise es an der Oberfläche verbieten, in der Kanalisation, da dadurch ein rascherer Abfluß erzielt werden wird.

Mit den organischen Röhren hängt aufs engste das *Herz* zusammen, das sich als verdickte Gefäßschlinge aus einer Erweiterung der wichtigsten Arterie, nämlich der *Aorta*, herausbildete, dessen Funktion als Pumpe heute schon jedem Volksschüler klar gemacht wird, als Zeichen dessen, wie eine „*Kryptobiotechnik*" unvermeidlich schon in der gesamten Physiologie enthalten ist. Es ist nicht notwendig, daß ich meinen kostbaren Platz der Schilderung dessen widme, wie sehr auch das menschliche Herz mit seinen Klappenventilen Vorbild und Parallele der Technik ist, denn man kann das ja in jeder leidlichen physiologischen Anatomie nachlesen. Nur auf das weniger Bekannte

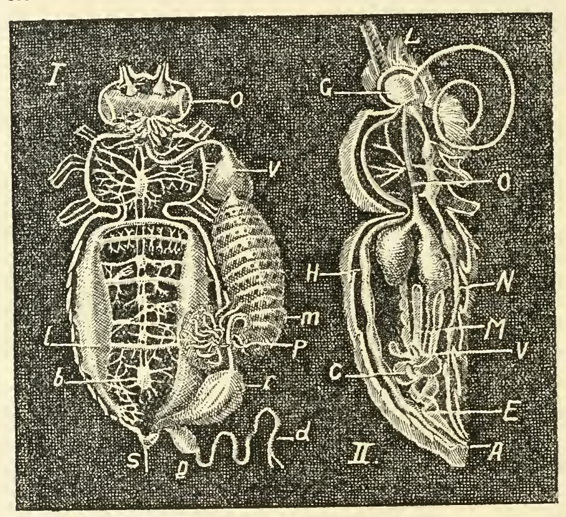


Abb. 33. Der anatomische Bau der Insekten. I. Die Innenorgane der Honigbiene (Apis mellifica). O Augen mit dem durch den Augenlappen in Verbindung stehenden Gehirn, von dem Nerven nach oben zu den Antennen ausgehen. Das strickleiterförmige Nervensystem setzt sich durch den Körper mit vielen ausstrahlenden Nerven fort, besonders gut sichtbar im Bruststück (Thorax), von dem die drei Beinpaare ausgehen. Im Abdomen befinden sich außerdem die zwei großen luftgefüllten Tracheenblasen (l) mit dem weit verzweigten Netz der Atmungsröhren (Tracheen). Die Eingeweide sind seitwärts herausgeschlagen und beginnen am Kopf mit den Speicheldrüsen, aus deren Kranz das lange Schlundrohr in den Vorderdarm (Kropf v) führt; dieser geht in den Mitteldarm (Chlydusdarm) [m] über, an den sich die Malpighi'schen Gefäße (p), der Rektaldarm (r) anschließen. S der Giftstachel in der Verbindung mit der Giftblase (g) und Giftdrüse (d). II. Ein Längsschnitt durch ein geöffnetes Männchen des Ligusterschwärmers (Sphinx ligustri). Die Maxillen sind aufgerollt, von der Antenne ist nur ein Stück gezeichnet. L der Lippentaster. G das Gehirn, mit dem die Ganglien (N) der Brust und des Bauches in Verbindung sind. Ö Oesophagus, das in den Kropf und Mitteldarm (M) führt. V Malpighi'sche Gefäße. E Enddarm, A After, C Hoden. Auf der Rückseite liegt das lange gekammerte Herz (H). Originalzeichnung.

und Unbekannte möchte ich hinweisen, daß eine solche Druckpumpe auch im Baum, in allen Gefäßpflanzen funktioniert (vgl. Abb. 31), allerdings mit einer Leistung und Mechanik, die noch zu den dunkelsten Rätseln der Biologie gehört. Können doch die Riesen der Baumwelt, wie eine 120 m hohe Mammutfichte *(Wellingtonia)* oder ein 150 m hoher australischer *Eukalyptus*, nicht minder gut auch eine an 200 m lange Liane sich anstandslos das Wasser aus dem Boden bis zu ihrem letzten Blatt pumpen, ohne daß uns die Kraftquelle der Leistung verständlich ist. Aber auf eines möchte ich dabei aufmerksam machen. Die Leistung von Druckpumpen hängt bekanntlich mit von der Wandstärke des Druck- und Saugrohres ab. Es ist nun auffällig, daß die *Tracheen* (Abb. 31), wie man mit einem sehr mißverständlichen Wort die Saugrohre der Pflanzen benennt, besondere spiralige oder netzförmige Wandverdickungen haben. Die biotechnischen Versuchs-Laboratorien, die es hoffentlich in Verbindung mit Fabriken bald geben wird, werden sich veranlaßt sehen, Pump- und Brunnenrohre nach diesem Modell auf ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen. Meine Vorversuche haben Hoffnung gemacht, daß sich durch diese Konstruktion bei gleichem Druck in Pumpenleitungen die Hubhöhe steigern, mindestens Material sparen läßt. So denke ich mir die nächste biotechnische Arbeit.

Durchgehen müßte der Techniker mit seinem Wissen die gesamte tierische wie pflanzliche physiologische Anatomie, und überall an tausend Stellen würde ihm das Gegenstück seiner Erfahrungen vermehrt und bereichert durch neue Anregungen entgegentreten.

Der Ernährungsvorgang der Pflanzen wäre ihm ein noch ganz unbeackertes Feld, so viel Arbeit auch die Pflanzenphysiologen schon hineingesteckt haben. Während bei dem Tier Ernährung und Blutzirkulation auf das Innigste ineinandergreifen und der Nahrungssaft, der schließlich aus dem Aufgenommenen entsteht, als *Lymphe* in einen Zustand gerät, daß man ihn ebensogut als Nahrung wie als farbloses Blut ansprechen könnte, ist zwar bei der Pflanze im Eiweißsaft der *Siebröhren* ebenfalls etwas der Lymphe Entsprechendes vorhanden, aber die Zirkulation scheint doch zu fehlen, wenn auch die neuesten Untersuchungen von *Ch. Bose* ein rhythmisches Pulsieren in der Pflanze unzweifelhaft dargetan haben.

Im Tier sind die *Kreislauforgane* ein höchst verwickeltes Kanalsystem, durch das des Herzens oder des Rückenorgans (s. Anatomie der Insekten Abb. 33) Pumpwerk das Blut treibt, während zahlreiche präzise funktionierende Einrichtungen die Stromgeschwindigkeit, den Druck und die Verteilung regeln. In der Pflanze ist insofern ein Kreislauf vorhanden, als durch die *Transpiration* des Wassers aus den Blättern eine Zirkulation ermöglicht wird, durch die Wasser mit Mineralsalzen, also eine Nährlösung aus den Wurzeln in das Laub befördert und eine aus Zucker und Eiweiß bestehende Lösung durch bestimmte Zellen von oben nach unten geschafft werden. Dieser Funktion angemessen findet man die verschiedensten Röhren-

Einrichtungen nach Art der Kammerfilterpressen, die man *gehöfte Tüpfel* in der Sprache der Botanik nennt, außerdem eingeschaltete Siebe und Filtermembranen. Dazu kommen noch osmotische Techniken. (So wandert die *Glykose.*)

Die „Funktion der pflanzlichen Ernährung" ist natürlich dabei auch ein Stoffwechsel. Und er vollzieht sich in prachtvollen Formen chemischer Synthese*), also atomärer Variation, deren Nachahmung heute noch hoffnungslos erscheint. Gelänge diese Biotechnik, dann wäre mit der synthetischen Herstellung von Mehl, Zucker, Holz und Fett, sowie Eiweiß aus Gasen und Erdsalzen den Menschen alle Ernährungssorge genommen.

Diese *Photosynthese*, die sich der Lichtwellen als Energie bedient, indem sie namentlich die weniger brechbaren zu einer Verbindung von CO_2 und H_2O bei Herstellung von $C_6H_{10}O_5$ (Kohlehydrat) heranzieht, ist noch nicht die endgültige Leistung der Pflanze, denn auf einem noch unbekannten Wege wird mit den Kohlehydraten außerdem Stickstoff, Phosphor und Schwefel in einer höheren Synthese zu Plasma verbunden, das zuerst die Vorstufe von *Asparagin* annimmt. Hier klaffen betrübliche Mängel des Wissens; das Wesentliche, was man weiß, beschränkt sich darauf, daß offenbar die Nitrate, Phosphate und Sulfate des Magnesiums und Kalis die Materie dieser Synthese liefern, weshalb wir durch die Biotechnik des *Düngens* diesem Prozeß nachhelfen können, ferner daß die Oxalsäure hierbei ein durch Kalk zu bindendes, sonst schädliches Nebenprodukt ist, weshalb auch der Kalk beim Düngen nicht entbehrt werden kann. Die Funktionsform, in der das alles sich vollzieht, sind offenbar die Kolloidstruktur und die Formen der *Vakuolen*bildung des Plasmas mit seinen osmotischen Membranen und verbindenden *Plasmodesmen*, durch die die Zelle instand gesetzt wird, wie in einem wohlassortierten Laboratorium gleichzeitig nebeneinander Oxydationen und Reduktionen, analytische und synthetische Prozesse auszuführen. Dazu das *Chlorophyll* mit seinem plasmatischen Substrat (vgl. Bd. I S. 207 und Abb. 79), das in mehreren Integrationsstufen die Photosynthese von der Funktion im kleinsten Raum der Zelle an zu einem Kreislaufprozeß gestaltet, der das ganze Erdenleben in sich schließt. Denn diese Farbstoffträger im Protoplasma, die je nach der Funktionsbesonderheit, nämlich der Wellenlänge des verwendbaren Lichtes durch Zusatzstoffe blaugrün, braun (Kieselalgen [Bd. I Abb. 65] und Brauntange) oder rot (Rottange des Meeres) sein können, bilden Singulationen jeder denkbaren Art und Komplikation.

Sie erscheinen als Chromatophor in hundert Formen in der Zelle, sie bilden durch den Zusammenschluß der Zellen *Lager* wie im Kreise der Algen und Flechten (vgl. Bd. I Abb. 93) und Lebermoose (Abb. 34) oder in Gestalt komplexer Zellsysteme *Blätter*, die wieder ganz unbeschreiblich vielgestaltig sein können (vgl. Abb. 47). Aus den Blättern setzen sich die Laubkronen zusammen in Vereinigung mit den durch ihre Funktion variabel ge-

---

*) Durch Oxydasen, Amylasen, Zymasen usw.

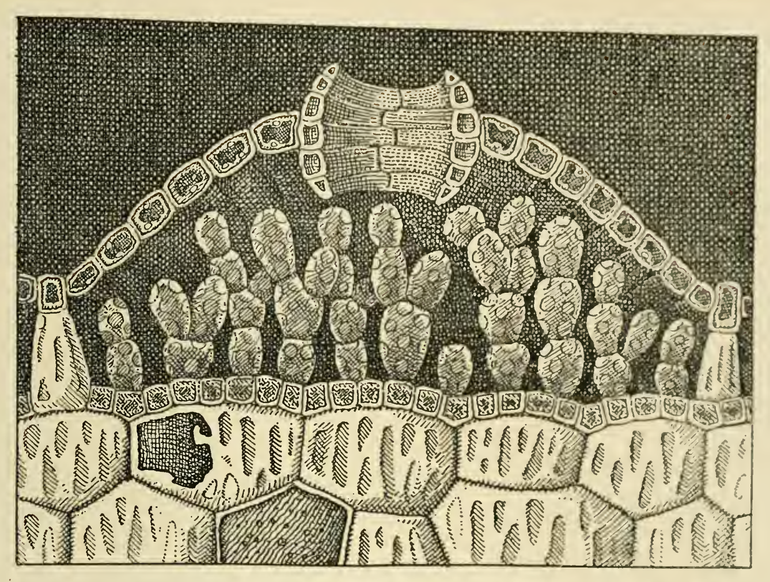


Abb. 34. Vergrößerter Querschnitt durch das Lager des Brunnenlebermooses (*Marchantia polymorpha*), als Beispiel der biotechnischen Einrichtungen einer einfacheren Pflanze. Der Querschnitt stellt einen Interzellularraum mit assimilierenden Zellen, der aufgewölbten Epidermis und einer Spaltöffnung dar. Unter dem primitiven „Schwammparenchym" liegt ein farbloses netzförmiges verdicktes Parenchym. Funktionell stellen diese Differenzierungen folgende biotechnischen Einrichtungen dar: Die Verarbeitung der Kohlensäure geschieht in den retortenförmigen Lichtkraftmaschinen (= Assimilationszellen), die zu zweit oder dritt so angeordnet sind, daß sie durch die glasartig durchsichtige Decke die Betriebsenergie, das Licht genügend erhalten. Diese Decke ist in Bogenwölbungen konstruiert und ruht auf vier bis sechs (in der Zeichnung sind nur zwei sichtbar) Stützpfeilern mit je einem abacusartigen Aufsatz. Die Wandung dieser hohlen Stützsäulen ist nach dem technischen Ökonomieprinzip konstruiert; es sind Füllungen herausgenommen, dadurch Material erspart, ohne der Festigkeit Abbruch zu tun. In die Decke eingelassen ist ein Ventilationsschacht, dessen Bauelemente verzahnt sind. Dadurch findet ungehemmte Kohlensäure- und Wasserdampfzufuhr statt, zugleich ist Atmung möglich. Die kleinen Lichtkraftapparate enthalten die photochemischen Einrichtungen zur Zerlegung der Kohlensäure (Chlorophyllkörner). Diese haben die Gestalt von transportablen, selbsttätig sich ins Lichtoptimum setzenden Scheiben. Diese Apparate sitzen auf einem Pflaster kleiner Zellen, durch deren feinste Poren, auch auf osmotischem Weg die Assimilate abgeleitet werden. Die darunter stehenden Zellen haben wieder die Festigungseinrichtungen der Stützpfeiler. Eine Zelle davon enthält Schleim, der außerordentlich viel Wasser speichern kann und davon zu trockenen Zeiten abgibt. Es sind also auf dem Bilde nicht weniger als 15, dem Menschen bekannte, aber von ihm nur teilweise in seiner Technik verwandte biotechnische Einrichtungen dargestellt. (Original.)

stalteten Stielen, Zweigen, Stengeln, Ästen und Stämmen. Dadurch entsteht ein neues biologisches Individuum, die Einzelpflanze, deren Habitus (vgl. Abb. 36) auch eine Funktionsform des Chlorophylls auf sehr hoher Stufe ist. Aus Einzelpflanzen setzt sich das dem Naturfreund und Künstler so wohlbekannte Mosaik der Vegetationsdecke, gegliedert in Pflanzenvereine, in den der Moose, der Wiese (Bd. I Abb. 8), des Unterholzes (Abb. 22), der Parklandschaft, des Waldes, des Moores usw. zusammen. Und es entsteht eine Flora, die auch nur ein Glied, durch viele Ringe zusammengeheftet mit anderen Gliedern der Lebensdecke ist.

Und auf jeder Stufe dieser Hierarchie sind die Funktionsformen biotechnisch durchgeprägt in einer Vollendung, welche die Pflanze für immer zum Musterbeispiel und unerschöpflichen Studienobjekt unseres neuen Wissenszweiges machen wird. Ist doch mit diesem neuen Blick auch die ganze Biologie wieder zum Neuland geworden, jungfräulich, unberührt und dankbar, hingegeben auch den einfachsten Methoden. Man muß die ganze Botanik, Zoologie und Anatomie neuerdings biotechnisch durcharbeiten.

Das Blatt allein schon bedeutet biotechnisch genommen eine Wissensfülle, die hier nicht einmal im Umriß ausgebreitet werden kann, ebensowenig wie etwa *Kolumbus* nach allen seinen Fahrten nicht imstande sein konnte, nur annähernd zu beurteilen, was er mit seinem Neuindien entdeckt hatte.

Dem Techniker würde es auffallen, daß das Blatt in seinem Bau bis in die letzte Einzelheit hinein (vgl. Abb. 34) ein System von Funktionen darstellt, die alle nach dem Einen: optimale Leistung streben. Ich werde ja in den folgenden Kapiteln zum Glück wiederholt Gelegenheit nehmen können, verschiedene dieser Funktionen noch näher zu analysieren. Hier aber möchte ich immerhin in Erinnerung rufen, daß nicht nur die Formen, die Trockenheits- oder Transpirationsanpassungen des Blattes[36]), sein anatomischer Bau ebenso wie der der assimilierenden Zelle Ausdruck der Funktion im Sinne unserer Gesetzlichkeit sind, sondern auch die Maßverhältnisse in Größe und Stellung und die Bewegungen, angefangen von der einfachen *Phototaxis* der Blattgrünkörner bis zu den Wachstums- und aitiogenen Bewegungen der Blattstiele und Sprosse. Auf diesem Wege wird es niemand leugnen, daß die Tropismen und Nastien (Abb. 36) der Pflanze Funktionen ihres Zellplasmas, ihr gesamtes „inneres" Regulieren und Funktionieren, das sich in dem „*Wurzelhirn*" und den Scheitelzellen der Sprosse[36 u. 43]) seine Zentren schafft, ein Organ zur Verwirklichung ihres Daseinsoptimums ist.

Als eine ungeheure Fabrik voll von den wunderbarsten Einrichtungen und Maschinen wird ihm das Blatt und die ganze Pflanze vorkommen, in der oft sogar die äußeren Formen mit denen unserer Industriewerke übereinstimmen, wie z. B. der Ventilationsschacht im Lager der Brunnenlebermoose, der auf Abb. 34 dargestellt ist, zumeist aber Erfindung über Erfindung verwirklicht ist, von der sich die Anthropotechnik nichts träumen läßt, deren Problemstellung sie oft sogar nicht einmal noch empfunden hat. Was ist eine Erfindung? Nach so viel Einsichten in ihr Wesen ist es nicht schwer, die Frage zu beantworten.

Erfindungen des Menschen entstehen dann, wenn der menschliche Organismus im Sinne der Weltgesetzlichkeit, nämlich funktionsmäßig tätig ist. Man macht stets eine Erfindung, wenn man das Funktionsgesetz auf eine Beziehung des Menschen zur Umwelt anwendet. Darum fallen die biotechnischen Erfindungen mit den anthropotechnischen zusammen. Man wird daher von selbst zu Erfindungen kommen, wenn man die Funktionsformen der Pflanze bei identischem Funktionsverhältnis auf die Materialien überträgt, welche uns zur Verfügung stehen, wenn man sie nicht mit identischem Ma-

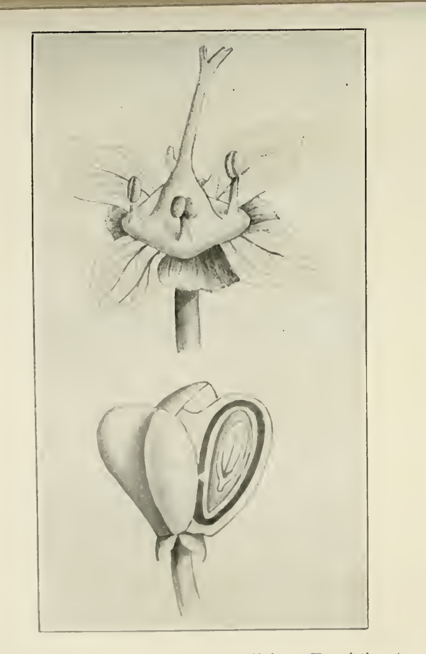


Abb. 35. Der Bau eines pflanzlichen Fruchtknotens

Einzelblüte des Spindelbaumes (Evonymus vulgaris), darunter die Frucht. Die zwitterige Blüte besteht aus einem vierblätterigen Kelch, vier Blumen- und vier Staubblättern um einen vierfächerigen Fruchtknoten, der in einen gespaltenen Griffel ausgeht. Unten ist ein Fach des fast reifen Fruchtknotens aufgeschnitten, und man sieht den Samen mit dem Embryo, an dem sich Plumula und Wurzel schon bereits unterscheiden kann. Etwas vergrößert. Original

Abb. 36. Stelzenbildung des Ruprechtkrautes
(Geranium Robertianum)

Die junge im Topf kultivierte, etwas vergeilte Pflanze wurde bei dem Versuch in wagrechte Lage gebracht. Binnen kurzem senkten sich an geeigneter Stelle drei Blattstiele, um die Pflanze zu stützen. Drei Stadien des für die Teleologie des pflanzlichen Geschehens überaus wichtigen Vorganges sind im Bilde festgehalten. Originalaufnahme des Biologischen Institutes München



Abb. 37. Blütenstand des Lerchensporns (Corydalis cava)

Eines der äußeren Kronblätter ist gespornt (gut sichtbar an der ersten und zweiten Blüte von unten), d. h. sackartig erweitert und birgt darin Honig. Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München. Vergrößert

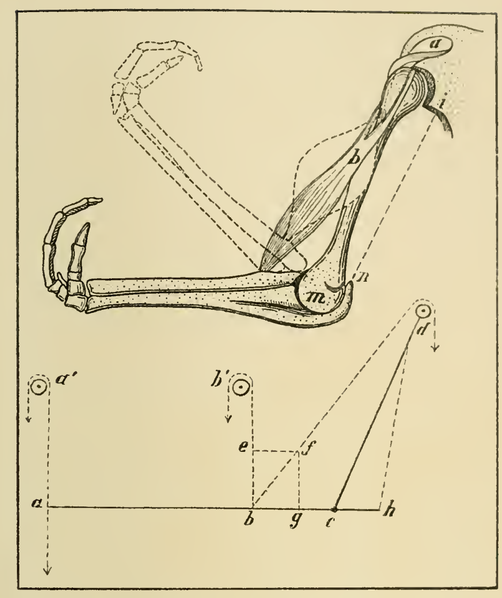


Abb. 38. Die biotechnische Einrichtung des menschlichen Oberarmes. a c bedeutet den Vorder-, d c den Oberarm. Der Armbeugemuskel (Biceps, b) kann wegen der Art seines Ansatzes nur wenige Zentner heben, während der Wadenmuskel bei voller Ausnutzung seiner Konstruktion 5000 kg heben kann. Damit dies der Biceps könnte, müßte er bei a der unteren Abbildung inseriert sein und in der Richtung a a' wirken können. Da er aber nicht am Ende des Hebels, sondern bei b der unteren Abbildung angreift, und nicht in der optimalen Kraftrichtung b b wirkt, sondern im unvorteilhaften Winkel b d, kommt also die Komponente b e zur Geltung, während die Komponente b g für die Hebung verloren geht. Hieraus folgt, daß der Armbeugemuskel nicht zum Heben von Lasten da ist und unzweckmäßig d. i. unorganisch verwendet wird. Dagegen ist er optimal ausgenutzt und von eminenter Leistungsfähigkeit für das Emporheben des Körpers beim Klettern. (Nach V. Graber).

terial wiederholen kann. Erfindungen im gleichen Reichtum birgt für den technisch geschulten Blick auch der tierische Organismus. So haben wir den tiefsten Sinn der aller Bildung bekannten Tatsachen erfaßt, daß die Lunge ein *Blasebalg*, die Gliedmaßen der Tiere *Hebel*, die Gelenkrolle des Menschen, wie schon ihr Namen andeutet, eine *Rolle* (vgl. Abb. 38) in physikalischem Sinn, das Auge der Säugetiere eine *Camera obscura* und das Ohr ein *Saiteninstrument* ist. Nur müßte der Satz, um vollständig der Wahrheit zu entsprechen, umgekehrt werden, denn Ohren, Augen, Füße und Lungen und die ganze Biotechnik waren früher schon da als des Menschen Technik, und man muß eigentlich sagen: Die Camera obscura ist ein Auge, der Blasebalg eine Lunge, von der man künstlich nur die Eigenschaften nachmacht, die man für einen gegebenen Zweck brauchen will. *Noch nie hat der Mensch etwas anderes getan, nie wird er etwas anderes machen können, als das Funktionsgesetz mit den ihm zu Gebote stehenden Materialien zu verwirklichen, so wie der Organismus, ja die ganze Welt nie etwas anderes getan hat, als der Funktionsform ein Sein verliehen.* Darum muß beides, Biotechnik und Menschentechnik, in identischen Funktionen ablaufen.

Wenn nach den *Sachs*'schen Versuchen, die im Jahre 1910 *Thoday* bestätigte, die Sonnenblume (Helianthus) pro Quadratmeter Blattfläche ihr Gewicht in der Stunde um 1,684 g vermehren kann, ist das der Beweis einer so vollkommenen Technik, daß man mit vollem Recht das Blatt als eine der

bewundernswertesten Fabrikeinrichtungen der Welt bezeichnen kann. Durch diese Fabrikation speichert z. B. die Waldfläche Bayerns jährlich acht Milliarden Kilogramm Kohlen auf, eine Leistung, die man wirklich nicht unterschätzen darf. Überträgt man sie auf die ganze Pflanzenwelt, steht man vor der Tatsache, daß die Pflanzen ein ganz wichtiges Glied in der Erhaltung der irdischen Harmonie sein müssen, da sie allein die Vermehrung der durch die Vulkane, die Heizung der Menschen und die Atmung der Lebewesen ausgehauchte Kohlensäure verhindern und dadurch einer sonst unvermeidlichen Verschlechterung des Klimas und einem Kohlensäuretod des irdischen Lebens vorbeugen.

Das winzige „*Stoma*", die Spaltöffnungen des Blattes, durch welche die Kohlensäure ins Innere des Blattes eindringt (vgl. Abb. 34), das feine System von Lücken, durch welches die Luft in der Pflanze zirkuliert, sie machen den Biotechniker auf eine neue Eigenheit der organischen Techniken aufmerksam, die in der menschlichen Tätigkeit keineswegs in dem Maße eingeführt ist wie in der Natur, nämlich auf die *Verkettung der Techniken,* wodurch höchste Ökonomie durch die Verwendung derselben Funktionsform als Durchgangspunkt verschiedener, manchmal einander sogar entgegenstehender Prozesse erreicht wird. Wohlverstanden, nicht so ist das gemeint, daß eine Funktionsform mehreren verschiedenen Funktionen dient, denn unverbrüchlich gilt der Satz, daß jede Funktion nur eine ihr zukommende Form haben könne, sondern das Bewundernswerte liegt darin, daß die gleiche Funktion als Teilvorgang in verschiedenen Prozessen eingeordnet und dann ein Organ zu verschiedener Zeit in anderem teleologischen Zusammenhang in Anspruch genommen wird. Die Spaltöffnungen dienen z. B. von Sonnenaufgang bis Untergang der Rohstoffzufuhr für Assimilationszwecke, später aber nicht mehr, weil nicht assimiliert wird. Die gesamten 24 Stunden aber dienen sie zugleich der Luftzufuhr zum Zwecke der Atmung, also der Energiegewinnung für die Fabrikation, außerdem der Entfernung der verbrauchten Luft, und als dritte Funktion, für die sie durch Schiebetüren, oft besondere Schutzvorrichtungen angepaßt sind, auch der Entfernung des Wasserdampfes (buchstäblich des Betriebsabwassers) durch Transpiration. Dem Biotechniker werden, wenn er diesen Prozeß der *Atmung* durchgängig in den lebenden technischen Einrichtungen verfolgt, auch da sofort bei den Wirbeltieren Verbesserungen auffallen, gegenüber den Exhaustoren und Gebläsen, die in der Menschentechnik die Funktion der Atmung ausführen. Die tierischen Exhaustoren arbeiten nämlich nur mit einem einzigen Rohr.

Die Lunge ist ein Blasebalg mit einer einzigen Öffnung, worauf hiermit zum Nachdenken und der eventuellen Verbesserung der Blasebälge aufmerksam gemacht wird.

Auch der *Fortpflanzungsvorgang* bietet, von dem Gesichtspunkt seiner technischen Ausführung aus gesehen, Anregung über Anregungen. Auch in ihm sind wieder zwei Funktionsketten mit Vorliebe so durcheinandergescho-

ben, daß es für *zwei* Arbeiten nur *eines* Organes bedarf. So verwenden Vögel und Reptilien zur Ausscheidung und Fortpflanzung nur eine gemeinsame Kloake, was entsprechend dem „weh' dir, daß du ein Enkel bist", in der stammesgeschichtlichen Vererbung so weit nachwirkt, daß selbst der Mensch in seinem Körper für die Eierstöcke noch keine besonderen getrennten Organe der Ausführung ausgebildet hat, sondern die edelsten Organe der Zeugung in unappetitlicher Nachbarschaft der Auswurföffnungen für die Verdauungsabfälle und Abscheidungen bergen muß. Doch man sieht an dieser Unvollkommenheit höchst belehrend in die absolute Gültigkeit des Funktionsgesetzes hinein, da man aus der vergleichenden Anatomie des Genitalsystems von den Fischen bis zum Menschen unwiderleglich erkennen kann, wie sich jede Funktionsänderung sofort ihre Organabänderung erschafft.

Im einfachsten Fall werden z. B. bei den Rundmäulern unter den Fischen die Eier durch den Porus abdominalis direkt in das Wasser entleert. Aber schon bei den Selachiern, also den Haien, bleibt die Leibeshöhle der Aufbewahrungsort der Keime. Und nun sieht man Schritt für Schritt, wie sich aus der Funktion neue Organe herausbilden. Der *Müller*'sche Gang, der der Leitung der Eier nach auswärts dient und im ersten Fall nichts als eine Abspaltung des Urnierenganges (*Wolff*'scher Gang) war und dadurch die Entstehung der Genitalien aus den Harnorganen verrät (daher Urogenitalsystem), wird schon bei den Lurchen erweitert, um die in ihm herabgleitenden Eier anzusammeln, damit der Organismus sich nur in größeren Zwischenräumen mit dem Eierlegen zu bemühen braucht. Da haben wir also schon den Beginn der *Uterus*bildung, die dann zu einer so fundamentalen Umgestaltung der ganzen Organisation führte, wie sie die Amnioten kennzeichnet. In ihrem Kreise, namentlich bei den höheren Säugetieren sind die äußeren Geschlechtsteile, im besonderen *Penis* und *Vagina*, einfach das Optimum von Funktionsformen in bezug aufeinander, weshalb man sich hier auch längst gewöhnt hat, aus der Form sogar Rückschlüsse auf die Funktion zu ziehen, was doch der echt biotechnische Gedanke ist.[57])

Der gleiche Organkomplex ist überdies noch geeignet, eine zweite, dem Denker allerdings selbstverständliche, dem Erleben dagegen sehr wichtig erscheinende Konsequenz des Funktionsgesetzes so recht nachdrücklich vor Augen zu führen. Das ist die *Rückentwicklung der nichtfunktionierenden Teile.*

Angesichts der durchgängigen Bilateralität der Wirbeltiere sind die *Müller*'schen *Gänge* so wie die Nieren auch paarig angelegt. Aber was sieht man bei den Vögeln? Sie besitzen nur ein ausgebildetes Ovarium aus Gründen, die offenbar mit ihrer Lebensweise zusammenhängen. Das der rechten Seite wird zwar angelegt, dann aber bis zum Verschwinden rückgebildet. Der rechte Müller'sche Gang, dem dadurch keine Funktion zufällt, wird von den bekannten Freßzellen in seine Bestandteile zerlegt und diese anderweitig verwandt, der linke dagegen, dem alles an Funktion zufällt, entwickelt sich übermächtig, liefert in besonderen, neugebildeten Drüsen die Eiweißschichten,

7*

die Schalenhaut, mit seinem uterinen Teil sogar die Kalkschale und deren Farben, was alles dem *Vogelei* zukommt. Ein Gegenstück hiezu bieten die Säuger. Noch die Beuteltiere unter ihnen verfügen über einen paarigen Uterus, von den Plazentalien an aber verwachsen diese beiden zu einem *Uterus duplex,* der sogar bei den Nagetieren noch paarig in den Muttermund ragt. Erst bei den Primaten, also auch bei dem Menschen, ist die einheitliche Gebärmutter ausgebildet, die aber immer entsprechend ihrem Ursprung asymmetrisch ausgebildet ist. Weil beide Eierstöcke vorhanden sind, bleiben auch beide Eileiter funktionstüchtig, das heißt wohl ausgebildet.

Diese Zusammenhänge, im Sprichwort sogar in den Volksmund übergegangen (Arbeit stärkt die Glieder), wurden sehr früh durchschaut und von den Franzosen *Jean de Lamarck* und *E. Geoffroy de St.-Hilaire* zu einer Theorie der direkten Bewirkung *(Lamarckismus),* beziehungsweise der Lehre vom Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe verdichtet, die in einem gewissen Sinn der Mutterschoß der objektiven Philosophie gewesen ist, da ich auf dem Umweg über den Lamarckismus zu ihrer derzeitigen Formulierung gelangt bin. Die Biologie hat sich von diesen Grundlagen aus schon längst eine Funktionslehre erarbeitet, die in ihren Ansätzen als Entwicklungsmechanik (durch *Roux*) und als experimentelle Morphologie (namentlich durch den Münchner Botaniker *K. Goebel)* nur darauf wartet, einheitlich zusammengefaßt und dargestellt zu werden. In der funktionellen Histologie der Tiere und Pflanzen hat diese Richtung ein klassisches Arbeitsfeld gefunden, um ihre Thesen von der Funktion als trophischer Reiz und der direkten Anpassung mit zahllosen Belegen stützen zu können, die der Biotechnik ebensoviele der unschätzbarsten Vorarbeiten bedeuten. Hier war es, wo der Schweizer *Wolff*

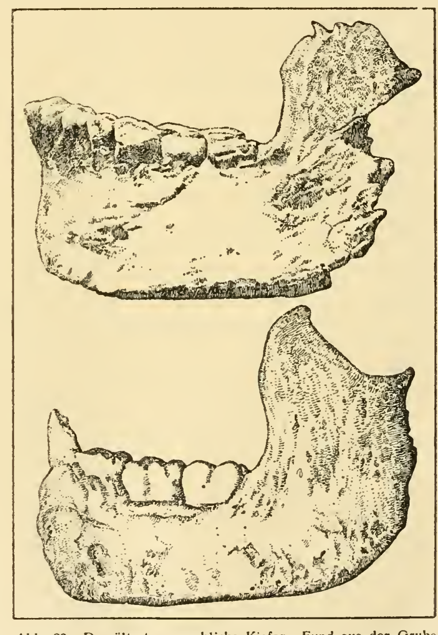


Abb. 39. Der älteste menschliche Kiefer. Fund aus der Grube Grafenrain bei Mauer (Homo Heidelbergensis) im Vergleich zu dem Unterkiefer eines Orangs (unten). Man beachte die primitive Gestaltung und das Fehlen des Kinns.

den zu so großer Bedeutung gelangten Beweis des funktionsmäßigen Umbaues der Knochentrajektorien (vgl. Abb. 16) fand, der seitdem dermaßen zum gesicherten Bestand der Erkenntnis wurde, daß der Münchner *O. Walkhoff* aus der Röntgendurchleuchtung paläoanthropologischer Kiefer (vgl. Abb. 39) die Behauptung wagen konnte, die Vorfahren der Kulturmenschen aus den Zeiten des Paläolithikums hätten noch gar keine artikulierte Sprache besessen. In dieser meines Wissens nicht abgelehnten Methodik steckt die vollkommene Anerkennung des biotechnischen Grundgedankens. Es wird aus der Funktionsform auf die Funktion unbedenklich unter der Voraussetzung zurückgeschlossen, daß zu jeder Funktion (in diesem Fall also zur artikulierten Sprache) gesetzmäßig nur eine Funktionsform gehört, es wird also die Formulierung angewandt, die wir dem Funktionsgesetz gegeben haben.

Hierher gehören die berühmten vorderbeinlosen *Känguruhhunde* von *E. Fuld*[38]), die bekanntermaßen das erste unbestreitbare Beispiel der *Lamarck*schen direkten Anpassung sind. Diese Tiere erlitten typische Veränderungen in der Mechanik des anatomischen Baues ihrer Hinterbeine infolge der veränderten Funktion, da sie sich anders bewegen mußten.

Diese Funktionenlehre wird auch dem sogenannten *Konvergenzgesetz*, das bisher schon einigemal flüchtig unseren Gedankenweg kreuzte, seine befriedigende Einordnung als Konsequenz des Funktionsgesetzes ermöglichen. Unter Konvergenz verstand man bisher die Feststellung der Tatsache, daß trotz verschiedener Abstammung die gleiche Lebensweise dennoch zum gleichen Anpassungstypus führe, und zitierte gewöhnlich als die klassischen Beispiele den Fledermaus-, Vogel- und Insektenflügel, die Fischähnlichkeit der Wale und Delphine u. dgl. mehr. Eine Erklärung war nicht möglich; man sagte sich nur, daß die Erscheinung irgendwie in den Kreis der direkten Bewirkung fallen müsse. Von unserem Standpunkt aus, der sich mit dem der auf ganz richtigen Wegen wandelnden Entwicklungsmechanik und experimentellen Morphologie deckt, ist das auch wirklich der Fall. Konvergenz ist für die Biotechnik nur der Ausdruck dessen, daß gleiche Funktionen tatsächlich immer und überall gleiche Funktionsformen nach sich ziehen. Nur ist dieser Gesichtspunkt weit höher gewählt und erlaubt es, die Konvergenzerscheinungen in der ganzen Natur sowohl bei Tieren wie bei Pflanzen aufzusuchen und sie sogar bei der vergleichenden Betrachtung lebender und lebloser Funktionsformen zu verstehen.

So ist denn mit dieser Idee dem Denken ein Werkzeug gegeben, *aus der Ähnlichkeit der Formen Schlüsse auf die Funktionen ziehen zu können.* Man versteht seitdem auf den ersten Blick, warum die Formen der tierischen Geschlechtswerkzeuge im Bau der Blüten wiederkehren, wozu man die beigegebenen Abbildungen einer *Berberisblüte* (Ab. 40), eines Fruchtknotens (Abb. 35) und eines Blütenstandes des Lerchenspornes (*Corydalis*, Abb. 37) als Vorschule für ihre Betrachtung in der Natur eingehender studieren möge. Nicht auf eine leere Ähnlichkeitsjagd begibt sich damit der biotechnisch

denkende Forscher nach Art derer, in der sich die Biologie alter Zeit zu gerne gefiel, wenn sie in der *Signaturlehre* dem Grundsatze des similis similibus gemäß nach der Leberlappenform der *Hepaticablätter* ihnen Beziehungen zu Leberleiden zusprach oder nach Art der ägyptischen Mythologie den *Skarabaeuskäfern* (Abb. 21) wegen ihrer kugeligen Mistpillen eine symbolische Bedeutung für die Weltkugel andichtete, sondern sehr wohl und bis in die feinsten Beziehungen motiviert weiß man nun, warum die Gestaltungsverhältnisse des pflanzlichen Fruchtknotens bei Blütenpflanzen die gleichen sind wie bei Moosen (vgl. Abb. 35), deren Archegon morphologisch doch eine ganz andere Bildung ist, warum aber im Prinzip ein

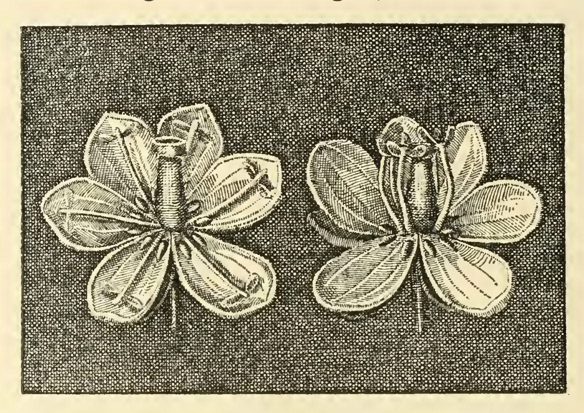


Abb. 40. Zwei Einzelblüten des Sauerdorns (Berberis vulgaris). Die inneren gelben Blütenblätter tragen je zwei Nektarien, zwischen welche sich die Staubfäden mit ihren zwei Staubbeuteln in ungereiztem Zustande schmiegen (links). Bei Berührung des Staubfadens (was durch besuchende Insekten leicht geschieht) führen die Staubfäden Bewegungen aus, die rechts dargestellt sind. Durch diese gamotropen Bewegungen wird der Besucher aus den mit Schlitzen versehenen Staubbeuteln mit Pollen überstäubt. Etwas vergrößerte Originalzeichnung nach der Natur.

Fruchtknoten gestaltlich mit einem Uterus der Wirbeltiere übereinstimmt und die Blütenöffnung überraschend den weiblichen Genitalien der Tiere (Abb. 40) (besonders auffällig ist dies bei gewissen Orchideen) ähnlich sind, warum Spermatozoiden im Pflanzen- und Tierreich bei völligem Mangel an Verwandtschaft oft größte Übereinstimmung zeigen (Abb. 20), bei naher Verwandtschaft z. B. im Kreise der Gliedertiere aber auch ganz verschieden sein können. Ein dickes Buch könnte man füllen mit den Tatsachen, die von hier aus verständlich werden. Ein besonders glänzendes Kapitel wäre darin jenes von den *Parasiten,* die im Tier- und Pflanzenreich eine Fülle von konvergenten Merkmalen (Wurmgestalt, Saugfäden[39]), vgl. Abbildung 26) aufweisen. Verständlich wird nun auch ein vielstudiertes

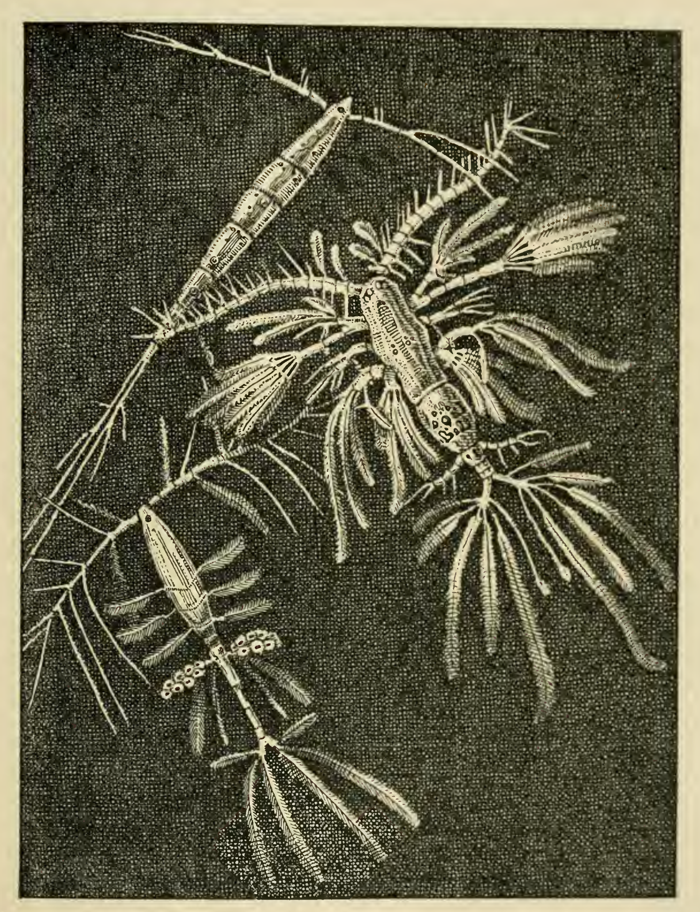


Abb. 41. Schwebeanpassungen mariner Planktonkrebse. Etwas vergrößert. 1 Weibchen des Ruderfüßlers Setella gracilis. 2 Weibchen von Calocalanus. 3 Weibchen von Oithona plumifera. Originalzeichnung.

Phänomen, nämlich das der Schwebeanpassungen und Schwimmvorrichtungen im Tier- und Pflanzenreich.

Die merkwürdige Lebewelt des *Planktons* in Meer und Süßwasser (Abbild. 41) überrascht seit fast zwei Menschenaltern die Forschung mit immer neuen und seltsamen Anpassungen, die diesen drolligen Kleinwesen, die sich

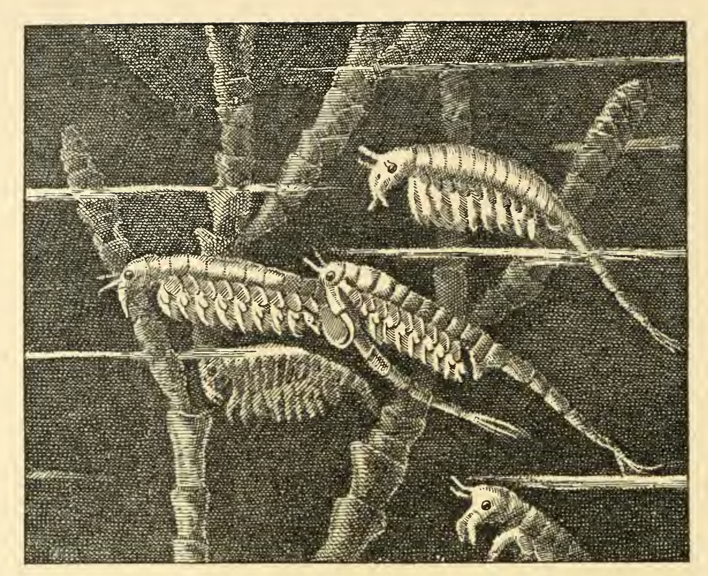


Abb. 42. Kleinkrebschen des Brackwassers (Artemia salina) in einem mit Queller (Salicornia) bestandenen Tümpel. Das mittlere Pärchen in Begattung. Etwas vergrößerte Originalzeichnung.

in der unglücklichen Situation steten Schwimmenmüssens befinden, ganz gleichmäßig zukommen, ob es sich nun dabei um Algen, Urtiere, Würmer oder Krebse handelt. (Vgl. hierzu die Abbildungen 41, 42 und 49).

Gemeinsame Züge sind ihnen allen aufgeprägt. Sie streben alle nach möglichster Oberflächenvergrößerung, die besonders durch „Ausleger" oder fallschirmartige Schwimmsäume, blattartige Ausbreitung, Entwicklung von Schaufeln und enormen Borsten nach Art der auf Abb. 41 dargestellten Meereskrebschen erreicht wird. Woher stammt aber diese Notwendigkeit? Sie alle (mit Ausnahme der mit Gasballons im Meere obenauf schwimmenden Siphonophoren) sind spezifisch schwerer als das Wasser. Die Wirkungen dieses Übergewichtes müssen also vom Organismus *selbst* überwunden werden. Und das geschieht zumeist durch die Form. Die Sinkgeschwindigkeit ist von der spezifischen Oberfläche und der horizontalen Projektion des Körpers abhängig. Das sind also die Punkte, an denen der nach teleologischem Prinzip arbeitende Körper der Organismen eingreifen muß, um die Sinkgeschwindigkeit auf Null zu reduzieren. Daher sehen wir die Formveränderungen, im besonderen die Vergrößerung der Oberfläche bei den der Sinkgefahr ausgesetzten Planktonten. Und gemäß der Tatsache, daß die Viskosität, also die Tragfähigkeit des Wassers bei 25° C nur die Hälfte des-

sen ist wie bei null Grad, entstehen so ganz im Einklang mit dem Funktionsgesetz sogenannte *Temperaturvariationen*, also z. B. die Ceratien (Abb. 28), die im Winter drei, im Sommer aber vier Hörner haben, oder die reizenden *Hyalodaphniakrebschen*, deren drolliges Helmchen nur in der Winterzeit aufgesetzt wird, während die kleinen Köpfchen im Sommer unbewehrt sind.



Abb. 43. Der große Fetzenfisch (Phyllopteryx eques Cathr.) ein Beispiel vollkommener Schutzanpassung im Tangwald. Originalzeichnung.

Die Konvergenz zwischen Pflanzen (Dinoflagellaten) und Tieren (Krebsen), die durch hundert andere Beispiele aus dem großen Bilderbuch der Planktologie belegt werden könnte, liegt nun auf der Hand.

Es liegt nahe, daß das Denken bei Betrachtung dieser Erscheinung auf den Gedanken gerät, auch für die so vielerörterte *Mimikry* zwischen den Organismen die gleiche Erklärung anwenden zu können.

Unter Mimikry oder schützender Nachäffung versteht man bekanntlich die Tatsache, daß Tiere und Pflanzen die Gestalt und die Farben anderer, oft sogar unbelebter Dinge annehmen. Daß sie solches tun, um sich vor Nachstellungen ihrer Feinde zu schützen, das war eben die unberechtigte, weil ganz willkürliche Annahme des älteren *Darwinismus*, die der Mimikrytheorie so viel Feinde geschaffen hat. Von dieser Annahme und auch von dem Einwurf, daß nicht alle Tierformen Sehgeschöpfe sind wie wir, sich daher bei ihrem oft farbenblinden Auge, ihrem gleich den Ameisen für ultraviolettes Licht empfänglichen Sehvermögen und ihrem staunenswerten Geruch von dem optischen Bild nicht so täuschen lassen wie der Mensch, wollen wir ganz absehen; Tatsache ist, daß die das „wandelnde Blatt" genannte Heuschrecken(Pterochroza-)arten auf ihren Flügeln bis in die feinsten Einzel-

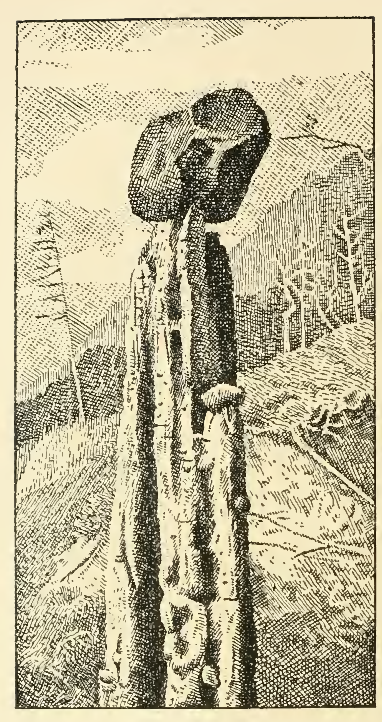


Abb. 44. Erdpyramide. Motiv vom Ritten bei Bozen. Originalzeichnung.

heiten Struktur und Farben von Laubblättern, oft sogar welke samt den Fraßgängen, Schimmelpilzen und Tautropfen imitieren; Tatsache ist, daß die Stabheuschrecke *(Bacillus)* einem dürren Zweig zum Verwechseln gleicht, so wie Rindenwanzen der Baumrinde, daß die überall zu findenden Spannerraupen nicht nur Form und Farbe von Stengeln und Ästchen haben, sondern auch holzsteif, ganz gegen die Art der sonstigen Raupen ihren Körper nach Art von Zweigchen hinaushalten; unleugbar ist es ferner, daß die einheimische Motte, welche die Zoologen *Tortrix acellaria* nennen, im Ruhezustand einem Häufchen Vogelkot zum Verwechseln ähnlich sieht, und daß der südamerikanische Spinner *Aides* Kokons anfertigt, in denen Nachahmungen der Schlupfwespen-Löcher angebracht sind. Auch im Reich der höheren Tiere fehlen Fälle von Mimetismus nicht. Der auf Seite 105 abgebildete Fetzenfisch *(Phyllopteryx eques)* lebt zwischen Meerestangen und nimmt ihre Gestalt und Farbe an, der Polarfuchs ist schneeweiß so wie der Schneehase, der Löwe ist wüstenfarben, und der österreichische Zoologe *P. Kammerer*, der den Gedanken der Mimikrykonvergenz auch streifte, hat mir einmal Salamander gezeigt, die er jahrelang auf dunkler Erde hielt, und die ganz schwarz wurden, während die auf hellem Boden orangefarben blieben.

An den Tatsachen läßt sich also nicht zweifeln. Sehr wohl muß man dagegen, wie im ganzen Problem der Funktionsformen, *die aktiven von den passiven Anpassungen* unter den Schauspielern der Natur trennen.

Wenn der *Aides*spinner künstlich die Kokons mit Löchern der Schlupfwespen, die seine größten Feinde sind, ausstattet, so tut er dasselbe wie die Maskenkrabben, die den Seetangen ähnlich sehen, zwischen ihnen leben und, wenn sie einmal gezwungen sind, auf fremden tanglosen Boden hinaus zu wandern, dann ein Seetangstückchen mit den Scheren abkneipen und schützend über sich halten. Sie tun dasselbe wie eine Raupe, die zwischen



Abb. 45. Schema einer Gitterbrücke, die nach dem Prinzip einer Pflanzenzelle durchbrochen ist, d. h. nur entlang den Druck- und Zuglinien feste Elemente enthält. (Vgl. Abb. 31 und 34). Originalzeichnung.

Knospen lebend, sich auf ihren Stacheln Knospen aufspießt uns sich so maskiert. Die Wespen handeln tatsächlich nicht anders, wie die Soldaten im verflossenen Kriege, die nicht nur ihre Kanonen und Tanks grün anstrichen, sondern selbst mimetische Schutzgewänder anzogen.

Das alles aber ist ein ganz anderes Problem als die Mimikry; es gehört in das Kapitel der Intellektleistungen und ist nichts anderes als eine *Anwendung der Kenntnisse von der Mimikry* der anderen, die sich ebenso gut auch auf der anderen Seite, nämlich bei den Feinden findet. Darum ist es gar kein Gegenbeweis gewesen, als man hervorhob, daß die angeblich geschützten Mimikrysten doch gefressen werden. Daß ein Schwindler durchschaut und verhaftet wird, ändert eben nichts an der Tatsache, daß er doch ein Schwindler ist.



Abb. 46. Die Biotechnik der Tiere. Der Kopf eines Fledermausflohes mit kammartigen Einrichtungen zum Zerteilen der Haare seines Opfers. Schwach vergrößerte Originalzeichnung.

Die wahre Mimikry dagegen ist keine Intellektleistung, sondern eine funktionelle Anpassung wie die, daß alles, was trägt, zu einer Säule wird, mag das nun Eis oder Erde, ein Baumstamm oder das Bein eines Storches sein, und mag die „bewirkende Ursache" nun die Wärme, die mechanische Kraft des Wassers oder ein biologisches Bedürfnis heißen.

Die *Erdpyramide*, die ich hier (Abb. 44) habe abbilden lassen, ist eine solche Säule. Zu Hunderten stehen sie bei Bozen, im Wallis und in anderen Gebirgstälern an Orten, wo in weichen Lehm größere Felsblöcke nach Art der in Band I Abbildung 70 dargestellten Breccie eingebacken sind. Der Regen und die Schmelzwasser waschen die lösbaren Bestandteile einer solchen Moräne aus.

Wo ein größerer Block liegt, übt er die Schutzfunktion aus, und die unter ihm steckenden Partikel bleiben unversehrt. Je weiter die Erosion fortschreitet, desto ausgebildeter erhebt sich die Säule. Genau so kommen aber an den Gletscherrändern die *Gletschertische* zustande, nur daß hier Eis das Material und das Abschmelzen des Eises ohne schattenspendenden Hut die bewirkende Kraft ist. Die tragende Funktion läßt aber auch in den Zellelementen eines Baumstammes die funktionierenden nach dem Gesetz von Druck und Zug zu bestimmten Systemen zusammentreten, wie der *Roux*'sche Versuch mit Gummi (vgl. Kap. I) bewiesen hat, und verleiht ihnen die Säulenform, indem sie sich zu Ringen zusammenschließen, in denen die Festigungselemente (vgl. Abb. 31) — *Stereome* nennt sie der Pflanzenanatom — die Anordnung befolgen, die der Mensch nachgemacht hat, als er die Konstruktion der I-Träger erfand. Das Trajektoriensystem in anderer Anwendung steht damit vor uns, und wenn man eine I-Träger-Gitterbrücke (vgl. Abb. 45) aus Eisenschienen erbaut, wissen die wenigsten, daß damit eine Biotechnik als Konvergenzerscheinung ins Leben getreten ist.

So wie das stete Durchkämmen der feinsten Haare den Kopf des Fledermausflohs zu dem drolligen Kamm, der auf Abbildung 46 vor uns steht, umgestaltet oder die Funktion des Laufens, Schwimmens oder Fliegens die entsprechenden Gliedmaßen und die Körpergestalt der Läufer, Schwimmer oder Flieger, wofür das Tier- und Pflanzenreich in vielen Konvergenzerscheinungen ein wahres Album aufschlägt, so veranlaßt das hier der Beurteilung Vorgelegte, um zu seiner Zusammenfassung zu gelangen, den Gedanken wirklich ernstlich zu erwägen, *ob die wahren Nachahmungsfälle denn nicht*

eigentlich bloß Fälle ausgeprägter Konvergenz sind? Ist es wirklich so unmöglich, daß die gleichen Faktoren der Umwelt, die das Blatt und die auf Blättern lebende Raupe beeinflussen, beide in gewisse ähnliche Gestaltungen bringen? Für eine Anzahl der noch nach der obigen Kritik bestehen bleibenden Mimikryerscheinungen muß diese Erklärung ohne Zweifel zutreffen. Allerdings ist es eine ihrer Konsequenzen, die mit in Kauf genommen werden muß, daß dann eine Art Mimikry auch im Unbelebten vorkommen müßte. Nun gibt es Derartiges tatsächlich, und man hat nur nicht genügend darauf geachtet. Die Übereinstimmung von Erdpyramide und Gletschertisch ist nichts anderes; Rundhöcker, entstanden durch abschleifendes Eis (Abb. 3), und Gerölle, hervorgerufen durch abscheuerndes Wasser (Abb. 6) sind echte Mimikryformen, auch die Kugelform der Sandkörner und der sich im Winde zurechtschleifenden Eiskörner oder die der schönen rundhöckerigen Wolken des Cumulustypus, der von den Luftströmungen zurechtgebosselt wird. Die Wellenzüge des bewegten Meeres und die aus Erdkrustenbewegungen hervorgegangenen Wellenzüge der Gebirge (Abb. 9), die von manchem Aussichtsberg so unabweislich ins Auge fallen, dazu die Wellenzüge der Dünen und Barchane im großen (vgl. Bd. I Abb. 68) und der Rippelmarken im kleinen — das alles sind Fälle von Mimikry im Anorganischen. Und es ist nur die notwendige Beschränkung auf das Wesentliche, die mich abhält, hier Hunderte von Fällen

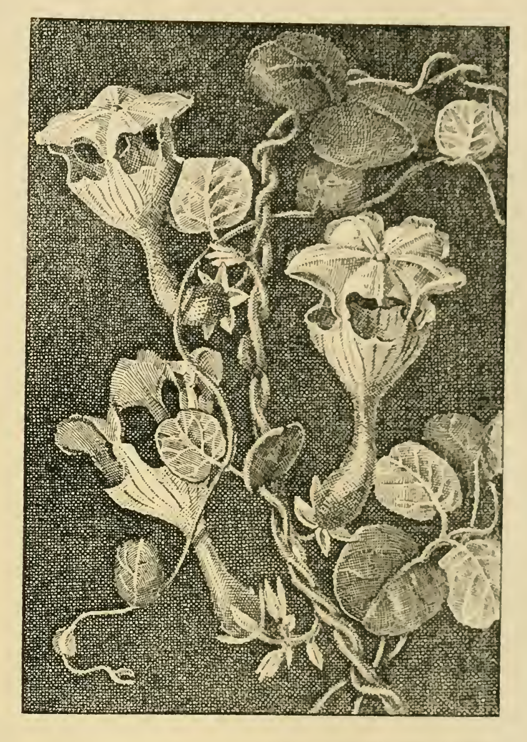


Abb. 47. Ein Blütenstand von Ceropegia Sandersoni. Die Corolla ist zu einem Regenschutzdach geworden, das die Niederschläge von den tief an der Basis der Blütenröhre stehenden Staubblättern abhält. Originalzeichnung.

zusammenzustellen, die sich bis auf die „Mimikry“ im molekulären und atomären Bau (Isomerie!?) erstrecken könnten. Ob nun das Mimikryproblem mit der Konvergenzerscheinung restlos geklärt ist oder nicht, Tatsache ist, daß das Konvergenzphänomen (für das die objektive Philosophie der Wissenschaft erst die Augen richtig zu öffnen heißt) von ungeahnter und allgemeiner Verbreitung als eine Konsequenz des Funktionsgesetzes ist.

Nach dieser Vorbereitung hat man denn erst auch das richtige Verständnis, *daß auch alle technischen Leistungen, mögen sie nun der zellulären, der histologischen oder individuellen Integrationsstufe entstammen, auch zu Konvergenzerscheinungen führen müssen.*

Die vielen, deren Aufmerksamkeit die Biotechnik bisher erregt hat, haben wohl die Bilder und nicht ableugbaren Beispiele mit Erstaunen gemustert, als sie sahen, daß das Herz eine Pumpe ist, die Pflanze Wasserleitungsröhren besitzt und die Ahornfrüchte Propellerflügel, der Haifischschwanz ebensogut eine Propellerschraube ist wie gewisse Flagellaten im ganzen, daß der innere Bau des Ohres (Abb. 8) ein Saiteninstrument ist, daß gewisse Pflanzen Honigsporne in Form von Trinkhumpen (Abb. 25) und Regenschirme (Abb. 47) besitzen, daß die Gelenke der Tiere und die Kugelgelenke der Mechaniker identisch sind (Abb. 38), die Bienen ganz ähnliche Schutzwälle aus Wachs (Abb. 48) um ihr Flugloch aufführen wie gewisse Pflanzen um ihre Transpirationsöffnungen, sie haben sich ungläubig und mit Recht mißtrauisch gegen eine Behauptung von so ungeheuerer Tragweite auch gesagt: Zufälle können so viele und so frappante Übereinstimmungen doch nicht alle sein. In dem Werk über die technischen Leistungen der Pflanzen sind rund hundert Erfindungen angeführt, die sowohl dem Prinzipe nach im Pflanzenleib wie in der menschlichen Technik verwirklicht sind, und wenn ich, der ich kein Techniker, sondern Biologe bin, auch manches nicht richtig ge deutet und mißverstanden haben mag im guten wie im schlechten Sinn, so sieht man doch daraus, sowie aus der praktischen Anwendbarkeit meiner daraus gezogenen Vorschläge, daß in diesen Dingen ein Gesetz walten muß, um das sich die Menschheit mit allen Kräften bemühen soll. Ob sie nun die Art des Denkens, die ich von da ab eingeschlagen habe, rechtfertigt oder nicht, ob sie die objektive Philosophie annimmt oder andere Konsequenzen aus diesen Tat sachen zieht als ich, darüber kann man nie mehr wieder hinwegkom-

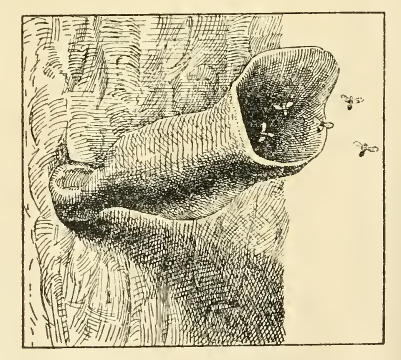


Abb. 48. Flugröhre brasilianischer Bienen an einem Baum als Beispiel tierischer Bauleistungen. Originalzeichnung.

men: *daß die zellulären und histologischen Bauten und Leistungen der Protoplasten und Organe dieselben mechanischen Zusammenhänge aufweisen wie die von den Tierindividuen und von den Menschen primitiver und kultivierter Art verwendeten Geräte, Mechanismen, Schutzbauten, Waffen, Maschinen, überhaupt Einrichtungen materieller und geistiger Art, daß sich also die einen ganz gut als Vorbilder für die anderen eignen.*

Es liegt hier eine Konvergenzerscheinung größten Maßstabes vor, und die gesamte Kultur erscheint nur als eine Fortsetzung und Kopie der natürlichen Gesetze, soweit sie Haltbares, Zweckmäßiges, Lebensförderndes hervorbringt.

Jede Kritik der Biotechnik und damit der objektiven Philosophie, aus der sie folgerichtig abgeleitet ist, muß sich, wenn sie die Lehre treffen will, gegen diese Sätze wenden; alle anderen sind nebensächlich, können fallen, weggenommen, durch andere ersetzt werden, ohne daß dadurch die Biotechnik ins Wanken gerät und mit ihren Konsequenzen aufgegeben zu werden braucht. Ich wiederhole gegenüber gewissen Kritikern der Biotechnik, daß es für die Richtigkeit des biotechnischen Gedankens gar nichts ausmacht, ob der Tragmodul des Stahles den von lebensfrischem Bast übertrifft oder nicht, ob die Hydathoden wirklich nach dem Prinzip der Feuerspritze, also einer hydraulischen Presse oder nach dem einer anderen Maschine arbeiten, ob die Dinoflagellateneinrichtungen durch die Turbinen nachgemacht sind oder vielleicht noch gar nicht in der menschlichen Technik existieren, „ob die Ozeandampfer relativ schneller fahren" oder die schifförmigen Flagellaten (das etwa sind die Einwände, die mir bisher gegen die Biotechnik zu Gesicht gekommen sind[40]). Das alles sind nebensächliche Einzelheiten; wichtig und wesentlich dagegen ist, daß eine allgemeine und erstaunlich große Konvergenz zwischen Einzeller, Gewebe, Pflanze, Tier und Mensch in den „Funktionsformen" besteht.

Eine alte Gelehrtenanekdote sagt zwar, daß wenn die Menschen eine neue Idee nicht mehr als staatsgefährlich (als Pythagoras seinen Lehrsatz fand, opferte er den Göttern eine Hekatombe Ochsen, seitdem zittern alle Ochsen, so oft etwas Neues entdeckt ward) empfinden, sie zu schreien pflegen, das Neue sei nicht wahr, und wenn ihnen das auch widerlegt wird, dann sagen sie: die Sache sei ja alt!

So wird man denn im letzten Stadium des Kampfes wider die objektive Philosophie und ihres Abkömmlings auch sagen: durch *Simon Schwendener* (schon 1871), durch *Culmann* und andere, durch die funktionelle Anpassung überhaupt, sei der biotechnische Gedanke längst geschaffen worden. Ich verneige mich respektvoll vor jedem meiner Vorläufer, freue mich aber trotzdem dessen, daß die Menschen nicht mehr länger zugewartet haben mit jenen Ansätzen wirklich Ernst zu machen, sie in lebendige Wirkung zu übersetzen und sie in eine Philosophie einzuordnen, und daß gerade ich es war, dem das vergönnt gewesen, und der auch schon mit Früchten dieses Verdienstes einigermaßen belohnt zu werden beginnt. Nun aber hoffe ich, daß

man es nicht mehr übersehen wird, welch frappante Konvergenz zwischen dem Menschen und den ihm untergeordneten Integrationsstufen besteht.

Man wird von nun an eben endlich sehen, daß der Arm des Menschen und die Werkzeugmaschinen nach ein und demselben Prinzip gebaut sind (Abb. 38), daß der Arm aber als natürliches Hammerwerk mit seinen Muskeln ganz anderes leistet als die Maschinen [die Wadenmuskeln des Menschen sind z. B. imstande 5000 kg zu heben *(V. Graber)*]. Man wird hoffentlich einsehen, warum der Mensch erst dann „fliegen" konnte, als er die Gesetze der Flugmaschinen der Natur auf seine Sonderverhältnisse anwendete. Die Idee des *Lenkballons* ist trotz aller Zeppeline nicht die optimale; die vielen Zeppelinunfälle beweisen es, und eines Tages wird man die Lenkballone wieder aufgeben, zum mindesten nur für bestimmte Sonderzwecke verwenden. Denn der Lenkballon löst die Bewegungsproblematik für die Luft so wie es die Biotechnik in den später abgebildeten Siphonophoren und mit Gasblasen schwebenden *Spaltalgen* für das Wasser gelöst hat. Die Gesetze, welche das „Naturgeschehen" zwangen, andere Wege zu gehen, werden daher auch das Menschenschaffen dazu zwingen. Dagegen ist *O. Lilienthals* Werk über den Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst ein unverfälscht biotechnisches Werk gewesen, und bekanntlich baut sich alle Aviatik auf diesem unglücklichen Berliner auf. Schon die eine Tatsache, daß die Flugmaschine zum horizontalen Flug nur $^1/_{17}$ der Arbeit des Luftballons bedarf *(K. Steiger)*, entscheidet den Wettkampf zwischen beiden definitiv. Tatsächlich hat man die Rumplertaube genau nach den Samen der *Zanonia*pflanze konstruiert auf Grund der Angaben, die das Göttinger botanische Institut lieferte.

Die 62 Prozent der Tierwelt, die außer den Pflanzensamen das Fliegen gelernt haben, worunter allein 248000 Insekten- und 12000 Vogelarten sind, haben dieses Problem besser gelöst als der Mensch, der, wie der französische Großmeister der Aviatik, *Blériot* im Jahre 1909 ganz richtig sagte: in erster Linie dabei die Vorgänge in der Natur so getreu als möglich kopieren mußte und sich namentlich die Eule, die Pflanzensamen und die Libelle als Modell wählte, mit dem Endresultat: je vogelhafter seine Maschine sei, desto besser sei es auch für ihre Leistung. Man lasse sich dabei nicht irreführen, daß der Mensch keine Flügelbewegung, sondern Schrauben anwendet. Die Schraube funktioniert (vgl. Anmerkung 40) genau wie der Niederschlag des Flügels, und die Gleitflächen des Flugapparates sind letzten Endes nichts anderes als steife Flügel zum Gleitflug, der nebst dem Segelflug auch für den Vogel die ausschlaggebende Leistung ist. In höheren Luftschichten segeln alle Vögel, da jeder angeblich horizontale Wind doch 3—4° Neigungswinkel besitzt *(Lilienthal)*; mit anderen Worten sie machen biotechnischen Gebrauch von den Gesetzen der schiefen Ebene, genau so wie der Mensch. Nur ist dieser noch nicht so weit gekommen im Fliegen wie seine Vorbilder, wofür die ungeheuren von den Ringversuchen der Vogelwarte Rossitten nachgewiesenen Flugleistungen der Zugvögel das beste Zeugnis sind. Flug-

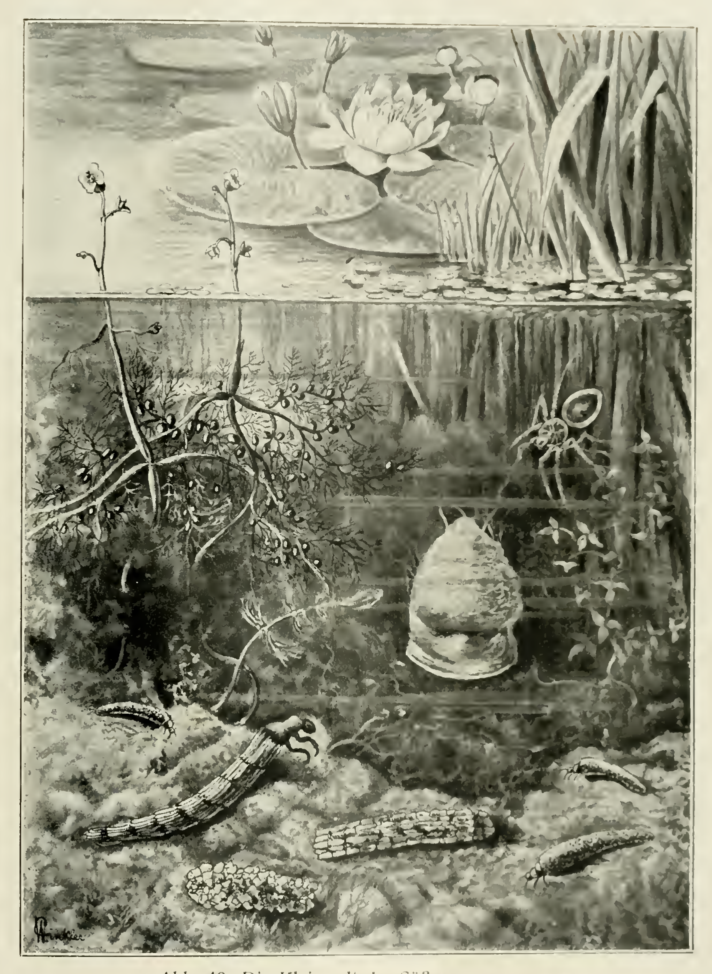


Abb. 49. Die Kleinwelt des Süßwassers

Technische Einrichtungen heimischer Süßwassertiere und Pflanzen. Das Blasenkraut (Utricularia), links, bildet an seinen Blättern zum Tierfang eingerichtete „Blasen“ mit ventilartigen Klappen. Die Wasserspinne (Argyroneta aquatica), rechts oben, füllt eine von ihr verfertigte „Taucherglocke“ mit Luft, um darin unter Wasser lauern zu können. Die Larven der Kocherfliegen (Phryganceen), am Boden, bauen aus abgebissenen Pflanzenstengeln, Sand- oder Quarzkörnchen und dergleichen zum Schutz Gehäuse, in denen sie umherwandern. Original von [illegible] Winkler



Abb. 50. Rückschreitende Erosion. Auflösung eines Wasserfalls in eine Reihe von Fällen. Motiv vom Kesselbachwasserfall bei Kochel in Bayern. Originalaufnahme

leistung vieler tausend Kilometer (Rossitten bis Afrika) sind einwandfrei beobachtet worden.[41]) Übertroffen hat der Mensch solche Flugleistungen keineswegs, die, wie *Gould* berichtet, einem Riesen-Sturmvogel vom Kap der guten Hoffnung bis Tasmanien drei Wochen hindurch *in Kreisen* ein Schiff zu begleiten erlaubten.

Man wird hoffentlich jetzt dazu gelangen, das Werk der Tiere und Pflanzen bewußt fortzusetzen, das schon längst in angewandter Biotechnik besteht, um Nahrungs- und Schutzbedürfnisse zu befriedigen, sich vor Feinden zu schützen, sogar das Leben heiterer und reicher zu gestalten. Es gibt schon längst eine höhere Integrationsstufe von Biotechnik, die eigentlich nichts anderes als die *Kultur- und Kunstgeschichte der Tierwelt* ist, die tausendmal beobachtet und erforscht, in hundert Monographien dargestellt und merkwürdigerweise noch niemals durch ein geistiges Band mit der menschlichen Ur- und Kulturgeschichte verknüpft wurde, trotzdem diese die gerade Fortsetzung dieser Linie, nichts als ihre endlich bewußt gewordene Entfaltung ist.

Wieder zwingt der Reichtum des Seienden hier, den Inhalt von Büchern auf Seiten zusammenzupressen, und nur erinnern kann ich daher daran, daß gemäß dem biotechnischen Konvergenzgesetz genau nach den Prinzipien der cyto- und organogenetischen Leistungen, die z. B. die Waffen der Pflanzen allein bestimmen, die Tiere prinzipiell die gleichen Mittel als Waffe anwenden. Ein Beispiel möge hierfür an Stelle von vielen stehen. Die Brennessel *(Urtica)* schützt sich durch Brennhaare, die ein kleines mehrzelliges Organ nach dem Prinzip einer gläsernen Phiole voll Schlangengift sind. Genau dasselbe Mittel, nämlich ätzende und brennende Drüsensäfte, wenden die Medusen im Meere an. Aber die Äolidier unter den marinen Nacktschnecken gehen einen Schritt weiter und üben mit dem Vergiften der Feinde eine aktive Biotechnik. Sie fressen nämlich nesselnde Polypen, nehmen sie in Darmblindsäcke auf, die sie bei Angriffen ihren Gegnern entgegenstrecken, damit sie danach schnappen. Das ist zugleich ein Fall von Anwendung von *Werkzeugen* im Tierreich, die zwar nicht häufig, aber der definitive Beweis dafür sind, daß man die Anfänge der technischen Kultur wirklich, wie *H. Spencer* wollte, im Tierreich finden kann. Die anderen berühmten Belege dieser Behauptung sind die von *F. Doflein* beobachteten Weberameisen, die spinnende Puppen verwenden, um Blätter zusammenzuheften, die kleine Raubwespe *(Ammophila)*, die mit einem Kieselsteinchen in den Mandibeln den Boden stampft und glättet, in dessen geheimem Gang sie ihre Nachkommenschaft verborgen hat, und der Affe, der sich eines Stockes bedient und auch in der Wildnis mit Steinen wirft. Hierher gehören auch die entzückenden Laubenvögel *(Ptilonorhynchus holosericeus* und *Chlamyderas maculata)*, die Tanzsäle erbauen, um erotische Bekanntschaften zu schließen. In diesen Gebäuden sind die Prinzipien der Statik richtig angewendet, es sind auch die Erfindungen verwendet, die zum Dachbauen, Tapezieren, Legen von Bodenmatten gehören. Ja, hier beginnt zum erstenmal wirkliche gewollte

Kunstausübung, denn sie schmücken diese Tanzhäuser mit bunten Lappen, Federn, sie suchen auch glitzernde Steine, überreichen solche den Weibchen, die dadurch ebenso geködert werden wie menschliche „Tanzweibchen" durch Brillanten *(Schomburgk)*.

Offen ist hiermit das unermeßliche Museum tierischer Kunstfertigkeiten. Man denke nur an den Nestbau der Vögel, Fische, Säuger, an die Leistungen der solitären und sozialen Immen, an die Kultur der *Ameisen* und *Termiten* mit ihren Häusern, Städten, dem Bau überwölbter und gepflasterter Straßen (vgl. Abb. 48), der Züchtung von Pilzkohlrabi, der Haltung von Blattläusen als Milchkühe, an die Ameisengäste, den erwiesenen Getreidebau

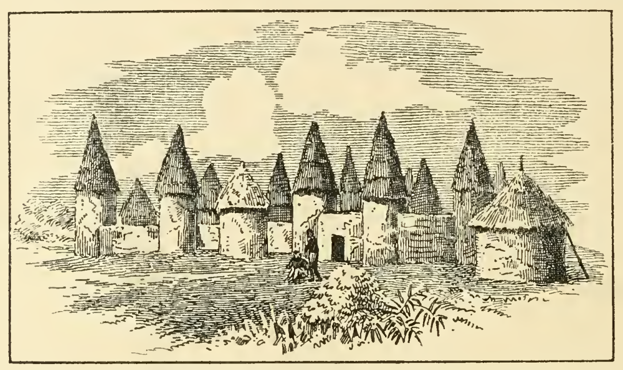


Abb. 51. Primitive Lehmburgen in Innerafrika, die sich von der Konstruktion von Termitenbauten nur durch die Rohrbedachung unterscheiden. Nach Heinrich Barths Zeichnung vom Dorfe Duna.

gewisser Arten, an die Brotbereitung, an ihre Trillersprache, an die von Prof. *v. Fritsch* neu entdeckte Bienensprache, um zu ermessen, was der Begriff der untermenschlichen aktiven Biotechnik alles umfaßt.

Die Tiere gebrauchen die Gesetze der Mechanik, Dynamik und Statik, die sich in den biotechnischen Leistungen der Zellen und Gewebe kundgeben, und sie arbeiten nach denselben Prinzipien, nach denen die Menschen ihre Kulturwerke schaffen. Die sozialen Insekten besitzen auch Kulturen, in deren Bann sie leben, so wie die Völker in den ihrigen. Zwischen einem Termitenbau und den Lehmburgen der afrikanischen Szolaleute in Togo ist kein prinzipieller Unterschied, und wie ähnlich sind doch diese (Abb. 51) den Befestigungswerken des europäischen Mittelalters, von denen sie unzweifelhaft unabhängig entstanden sind. Dabei sind solche aktive Biotechniken keineswegs das Privileg gewisser höchstentwickelter Ausnahmswesen, sondern kennzeichnen mehr oder minder alle Insekten, ja sie beginnen schon bei den Einzellern. Die kleinen Wurzelfüßler, die in jedem

Ackerboden und im Humus des Waldes ihr stummes Spiel treiben (vgl. Abb. 23), bauen sich aktiv mit Hilfe ihrer glasklaren, beweglichen Scheinfüßchen ein Gehäuse, zu dem sie Quarz- und Glimmersplitter zusammensuchen, um sie zu kunstgerechten Mosaiken zur Verstärkung der Wand des Häuschens dort anzukleben, weshalb man ihnen mit Recht den Namen *Mosaiktierchen (Difflugia)* gegeben hat.

Von dieser Stufe zum Eolithen, zum Schaber und Kratzer und zum Steinbeil des Steinzeitmenschen war nur ein Schritt. Wieder werden im Waffenhandwerk, auf der Jagd, im Wohnbau, Nahrungserwerb, in Tänzen, Gesängen, Sprache, Schmuck und Kleidung dieselben Prinzipien angewandt, die in der Funktion des Plasmas von jeher gegeben waren, und die heutige Kultur des Menschen ist nur das Ende einer Kette, die mit den Winden, den Wellen, den Gestirnen und Himmelsnebeln begann und von uns jetzt, wo wir die ganze Reihe bis zu ihren Ursprüngen überblicken, als das Weltgesetz der Funktion erkannt wird. Vom Anorganischen bis zu den Vorbildern im Bienenstaat (Abb. 48) und Ameisennest hat der Mensch in seinen technischen Leistungen stets nur die Natur kopiert, und — was viel wichtiger ist — *er kann prinzipiell nie etwas anderes machen.*

Es gibt eine Anzahl scheinbar höchst komplizierter Techniken, auf denen Wissenschaften und große Industrien beruhen, deren Grundgesetz trotzdem in den einfachen Naturvorgängen des Alltags verwirklicht ist. Daß die Spektralanalyse und alle Anwendungen des Spektrums nur Nachahmungen der Gesetze sind, die sich im Regenbogen äußern, wurde schon erwähnt. Daß aber beim Anblick der marmorglatten Wände im Becken eines Wasserfalles (vgl. Abb. 50), wo sich der Wassergischt und die Steine im Kreise drehen, jemals einer auf den Gedanken geraten wäre, daß ihm damit das Modell einer Schleifmühle und eines Polierwerkes verraten sei, ist doch wohl nicht vorgekommen. Und doch ist es so. Auch aus dem Golfstrom hat noch niemand die Konsequenz gezogen, daß sich durch zirkulierendes heißes Wasser eine Warmwasserheizung einrichten läßt. Stets hat sich bisher die Menschheit auf den Zufall, diesen großen Helfer des Technikers, verlassen, dem, wenn man die Geschichte der Erfindungen studiert, bisher fast alle die großen bis auf ihr Werden zurückverfolgbaren Erfindungen zu danken sind. Der Ausgang der Magd von *James Watt*, der ihn zum Hüter des Kochtopfes werden ließ, an dem er dann merkte, wie der Dampf den Deckel lüpfte, dieses Histörchen zur Entdeckung einer der folgenschwersten aller Erfindungen, oder die Legende vom zufällig Schwefel, Salpeter und Kohle reibenden *Berthold Schwarz*, sie müssen nicht wahr sein und verkünden doch eine große Wahrheit, nämlich die jämmerliche Geistesverfassung des Menschengeschlechts, das hungernd und frierend in der großen Nacht steht und sein Schicksal, seine Lebensverbesserung wie ein Lazzaroni dem Zufall in die Hand gibt. Der andere Faktor in der Erfindungsgeschichte war dagegen stets die meist vergessene und nur widerwillig zugestandene Nach-

8*

ahmung der Natur, also die Biotechnik. Wenn man die natürlichen Gräben, welche die Erosion schafft (Abb. 4), künstlich als Kanal mit leichtem Gefäll nachahmte, dann war das ebenso Biotechnik, wie man sie in von *Lilienthal* und *Blériot* eingestandener Weise bei der größten Erfindung der Gegenwart: der Fliegetechnik übte. Und in der Urzeit hat der Mensch — man denke nur an die Gärung, die Pfahlbaudörfer, das Zaungeflecht und derlei mehr — seine Technik den Tieren einfach abgesehen und sie gleich ihnen verbessert.

Errechnen und berechnen kann man nur die Verbesserungen und neuen Anwendungen, aber *alle großen Erfinderideen, gerade die größten sind allem Rechnen entrückt*, außer in der Nachprüfung, die aber durch die Praxis sicherer ausgeübt wird, wie die Erfindergilde schmerzlich genug weiß. Diesem menschenunwürdigen Kulturzustand wird nun die objektive Philosophie für immer ein Ende machen. Das ist heute vorläufig ihre wichtigste Bedeutung.

Durch die Biotechnik wird die Möglichkeit, das Leben optimal zu gestalten, unvergleichlich erweitert. Ausgeübt werden Techniken von dem ganzen Weltall, das hat sich durch die vorhergehenden Betrachtungen sichergestellt. Schon die Million verschiedener organischer Formen, die man kennt, allein birgt in sich eine solche Fülle technischer Probleme, daß ganze Generationen von Forschern dadurch immer noch mühelos Entdeckungen machen werden einfach dadurch, daß sie sie beschreiben und nachrechnen. Dabei ist die Sachlage so, *daß alle diese technischen Lösungen grundsätzlich optimale Lösungen sind*, denn es gehört erstens an sich zum Wesen der Funktion, daß sie nicht ins Sein tritt, bevor nicht ihre wesentlichen Vorbedingungen erfüllt sind, zweitens sorgt der stete funktionelle Wettbewerb dafür, *daß nur jene Einrichtungen erhalten bleiben, die den schärfsten praktischen Prüfungen gewachsen sind.* Die Prüfungsabteilungen der Patentämter sind durch die Bedingungen der Natur noch bei weitem überboten.

Das Zeitalter der Erfindungen liegt also keineswegs hinter uns, sondern die größten und allgemeinsten Erfindungen sind erst noch zu machen. Sie werden auch gemacht werden, aber auf keinem anderen Wege als auf dem der Biotechnik, die die materielle Existenz der Menschen auf neue Grundlagen stellen wird.

Damit scheint dieser Gegenstand für denjenigen abgeschlossen, dem es um eine Erkenntnis der Gesetze der Welt zu tun ist. Aber das ist nur scheinbar so. In Wirklichkeit beginnt die wahre Bedeutung des Gesetzes, das hinter der Biotechnik steht, so richtig erst in dem Augenblick, in dem man es von den materiellen Dingen auf die geistigen Leistungen überträgt. Denn es ist doch klar, daß, so wie auch die *Sinnesfunktionen* nichts als Biotechniken sind, auch die auf ihnen beruhenden seelischen Funktionen dem gleichen Gesetz untertan sein müssen.

Betrachtet man irgendein beliebiges Sinnesorgan des Menschen, der Tiere

oder der Pflanzen, in welchem Kreise es bis hinunter zu den Einzellern (vergleiche Band I Abbildung 79) alle denkbaren Abstufungen gibt, so wird man finden, daß es das teleologische Prinzip, das jeder Technik zugrunde liegt (Technik bedient sich wohl der Mechanik, geht aber ihrem Wesen nach über diese hinaus), deutlicher denn sonst erkennen läßt. Wählen wir als Beispiel das Ohr (Abb. 8) des Menschen, so mag an diesem etwa Folgendes auffallen. Schon die Windungen der Ohrmuschel sind ein Apparat, um die Schallwellen optimal auf das Trommelfell zu übertragen. Es ist erstaunlich, daß man wohl wiederholt durch Zufall (Ohr des Dionysos) Gebäude nach diesem Grundsatz errichtete, nicht aber Konzertsäle, Theater, Vortragsräume, Schulen so baut, daß das Publikum im „Tympanon" sitzt, oder daß es noch niemandem eingefallen ist, an dem Schalltrichter des Telephons für Ferngespräche diesen Gedanken anzuwenden, um diese „hörbarer" zu machen. Die Schallwellen kommen wahllos vom Trommelfell durch die Vermittlung der Gehörknöchelchen (deren Biotechnik noch ganz dunkel ist) an die Flüssigkeit, welche die Schnecke (s. d. Bild) erfüllt. Die Flüssigkeit gerät wieder durch die Übertragung in Schwingungen, die jede Frequenz von eins bis zu vielen Tausenden in der Sekunde aufweisen müssen. Nun ist, um im Jargon der Histologen zu sprechen, an der tympanalen Wand des Ductus cochlearis das Epithel des Ganges zu einem Neuroepithel von ganz bestimmtem Bau umgestaltet (das Organon spirale, gemeinhin als *Corti*sches *Organ* bekannt). In diesem innersten Gehörorgan ist nur das Bindegewebe der Träger der eigentlichen Funktion. Es ist nämlich die Membrana basilaris, die eigentliche bindegewebige Unterlage (die letzten Endes bloß ein Periost ist) aus starren geraden Fasern aufgebaut, die sich zwischen dem Ligamen spirale und Labium tympanicum ausspannen. Diese 13 000 bis 24 000 *Corti*'schen Fasern[42]) sind das schon einmal erwähnte Harfenvorbild. Sie geraten in Schwingungen, und diese werden — um von unwesentlicheren Einzelheiten des enorm komplizierten Organs abzusehen — von dem Sinnesepithel der „Haarzellen" aufgenommen, die innig mit den Fasern des Ramus cochlearis nervi acustici, die an ihnen enden, verbunden sind. Der Acusticus *(Gehörnerv)* führt dann bekanntlich ins Gehirn.

Die Gehörempfindung wird nun nach den unbestrittenen Untersuchungen von *Helmholtz*[42]) als eine Resonanz, also ein Mitschwingen aufgefaßt, bei der sich die oben erwähnten Fasern der Basilarmembran wie verschieden abgestimmte Resonatoren, also wie schwingende Saiten verhalten. Sie sind abgestimmt (wie der Kohärer in der drahtlosen Telegraphie) durch ihre verschiedene Länge auf bestimmte Eigentöne; jede Faser wird durch den ihr zukommenden Ton in Mitschwingungen versetzt, diese werden vom Nerv als Reiz wahrgenommen. Man hört demnach nicht die Wellen der Luft, sondern nur eine von unserem Ohr vorgesehene und auch vorgeschriebene Auswahl. Darum ist das Unterscheidungsvermögen für Töne von Mensch zu Mensch verschieden (daher die Unterschiede der musikalischen Begabung).

So ist es auch erklärlich, warum auch mit dem allerbesten Gehör ein Schwingungsunterschied von 10 oder 20 Schwingungen, im oberen Bereich der musikalisch verwandten Töne Unterschiede von 800 Schwingungen (Schäfer, Guttmann) gar nicht wahrgenommen werden. „Gehör“ bedeutet also nicht Feststellung wirklicher Qualitäten des Weltenseins, sondern nur die Konstatierung: „ich habe diese oder jene Struktur“, die ich erworben habe, um über die für meine Zoësis wichtigen Geräusche orientiert zu sein. Und genau so verhält es sich nach der Erkenntnis von *der Spezifizität der Sinneswahrnehmungen* auch mit dem Sehen, Tasten, Fühlen, Schmecken, kurz mit dem gesamten Erleben der Außenwelt. Man erlebt sich und projiziert sein Erleben und dessen Verknüpfungen als Welt. Das ist alles freilich nicht neu, mußte aber hier aufgefrischt werden, um das Verständnis für geistige Biotechnik richtig erwecken zu können.

Sinnesorgane sind Einrichtungen zur „Weltselektion“ im Dienste der Zoësis. Daran wird man nach dem Ausgeführten nicht zweifeln können. Mit ihnen verbunden aber ist eine andere technische Einrichtung des Körpers, die in ebenso vielen Integrationsstufen wie die Sinnesorgane selbst, durch die ganze Organismenkette hindurch vorhanden ist. Im Einzeller sind die Sinnesorganellen wie Geißel und Stigma durch fibrilläre Differenzierungen mit dem Zellkern verbunden, in der höheren Pflanze sind teilweise Reizleitungsstränge *(Němec, Fenner)* bekannt geworden, teilweise der Zusammenhang zwischen Reizbeantwortungen (als Anzeichen von Sinnesfunktion) und der Unversehrtheit gewisser Teile, wie der Narbe oder der Vegetationskegel[48]). Wenn also auch kein Gehirn vorhanden ist, so scheinen doch Reflexzentren vorhanden zu sein. Bei den Tieren üben schon im Kreise der Coelenteraten (schon bei den Medusen), gewisse Zellen die Technik der Umsetzung der Reize in Reizhandlungen aus. Man nennt sie *Ganglien* oder Nervenzellen (vgl. Abb. 33) und kann nun bei dem Studium der vergleichenden Anatomie mit größtem Interesse Schritt für Schritt verfolgen, wie sich die im Körper eines Süßwasserpolypen *(Hydra)* noch ganz zerstreut stehenden Ganglienzellen zu Nervenknoten, zu einem Schlundring, zu einem Bauchmark, vereinigen, von dem aus Leitungsfasern alle funktionierenden Organe kontrollieren; man sieht, wie eine Arbeitsteilung einsetzt, jedes Organ seinen Ganglienknoten erhält, die sich einander koordinieren und subordinieren, wie das supraoesophagale Ganglion allmählich immer mehr ein Primat erhält und sich als *Gehirn* (vgl. die Abbildungen der Rädertiere Abb. 33 und Band I S. 82) dann zum Zentralorgan des gesamten Nervenlebens aufschwingt.

Da man an zahllosen Anzeichen, als Reflex, Instinkt, Triebhandlung, als Sprache und Kunstfertigkeit, bei den Mitmenschen auch als Intellekthandlung, geistige Betätigung, im eigenen Icherleben endlich als bewußte Empfindung, Wille, Gefühl, Gedanken, Bewußtsein die Funktionen dieser Nervenzellen erlebt, so zweifelt man nicht mehr daran, *daß das seelische*

Leben auch eine Funktion des plasmatischen Lebens sei. Auch haben Ausfallserscheinungen bei teilweiser Zerstörung gewisser Ganglien über die Lokalisation dieser Funktionen Klarheit gewinnen lassen, und so hat sich eine ganze große Wissenschaft: die *Gehirnphysiologie* und die *Psychologie* aufgebaut, von denen die erstere den Zusammenhang zwischen physikalischen Änderungen und den Leistungen, die andere den Gesetzeszusammenhang der Leistungen erforscht.

Es bedarf dessen gar nicht, sich in die dichtverschlungenen Irrpfade dieser Wissenschaften zu verlieren, sondern es genügen einige einfache Erwägungen, um zu erkennen, daß schon bei dieser unanzweifelbaren und de facto auch nicht angezweifelten Sachlage *der Wille, die Vorstellungen, die Gedanken Funktionsformen einer lebendigen Betätigung* sind, weshalb auf sie logischerweise die Gesetze der Funktionsformen, unter anderem auch die der Biotechnik zutreffen müssen.

Dieser einfache Satz hat verschiedene Konsequenzen von außerordentlicher Tragweite. Wenn z. B. *Schopenhauer*, mit dem die objektive Philosophie durch manche grundlegende Überzeugung verbunden ist, den Willen als Grunderscheinung des Weltphänomens fassen und der Welt als das „Ding an sich" gegenüberstellen will, verstößt er gegen das Funktionsgesetz. Diese Behauptung des großen Frankfurter Philosophen von dem Primat des Willens ist keine Notwendigkeit, sondern entspringt der Willkür. Ihr kann der objektive Philosoph nicht unbedingt folgen, für ihn ist sie eine Versuchshypothese. So ordnet sich notwendigerweise auf Grund dieser Erwägungen *das gesamte geistige und damit kulturelle Leben dem Rahmen der Welt und ihren Gesetzen ein*, damit auch der Wille, der nur eine Funktion des Lebens ist. Man mißverstehe nicht, es wird hier nicht die theoretische Unmöglichkeit jeder *Metaphysik* behauptet. Denn ebensowenig wie für meine Denkungsart das Vorhandensein eines allgemeinen Willens in der Natur eine Notwendigkeit ist, ebensowenig empfindet sie den Zwang, die Wiederkehr geistiger Fähigkeiten und damit auch des Willens für die suprahumanen Singulationen zu bestreiten. Der objektiven Philosophie ist das Gebiet des geistigen Lebens aber nur das einer *Psychotechnik*, weshalb sie von den Geisteswissenschaften und dem Kulturleben, also von dem Menschen in seiner Lebensführung fordert, sich den Gesetzen des Biotechnischen als Teil der Weltgesetze zu unterwerfen. Sie lenkt den Blick darauf, daß man hier der tiefsten Wurzel nachgraben kann, *warum das Psychische auch das Teleologische kat exochen**) ist (das psychische Problem ist überhaupt nichts anderes als das teleologische Problem); sie fordert von ihren Anhängern für das Geistesleben die gleiche Betrach-

*) Die biozentrische Beschaffenheit des Intellekts, d. h. die Notwendigkeit, alles Erleben in *Beziehung* zum Ichgefühl zu bringen, zwingt zur teleologischen Methode, nämlich zu einer Betrachtungsweise des „als ob", aus der auch die entsprechende Handlungsweise aller „Personen" folgt, deren Seinsprozeß ja auch biozentrisch abläuft.

tungsweise wie für das Naturdasein und erklärt diese Forderung mit der soeben klargelegten Sachlage.*) Ein so wichtiger Punkt ist damit für unser Denken erreicht, daß ich nicht umhin kann, nochmals mit der größtmöglichen Klarheit das Prinzipielle des Standpunktes der objektiven Philosophie herauszuarbeiten. Es kann kein Zweifel sein, und kein denkender Biologe zweifelt auch daran, daß das „Erleben" den teleologischen Faktor in sich schließt. Teleologie ist nun einmal vom Leben unzertrennlich, und *jede Analyse des Lebensgeschehens enthält einen grundsätzlich mechanistisch nicht analysierbaren Rest***), der eben das eigentliche Problem der Biologie ist.

Dieser über den einfachen Kausalzusammenhang hinausgehende Rest ist schon längst von scharfsinnigen Biologen, namentlich von *H. Driesch* (auch *A. Pauly, A. Wagner* u. a.) erkannt worden. *Driesch* hat versucht, dieser Erkenntnis die Formulierung zu geben, daß er diesen Rest als eine *Entelechie* im Sinne von *Aristoteles* faßte[44]) und dadurch der Biologie entrückte, ihn ins metaphysisch Weltenschöpferische verwies. Im Verfolg dieser Denkungsart wird er notwendigerweise ganz von dem Aristotelismus und seiner Metaphysik in Beschlag genommen, so daß neueste theosophische Schriftsteller ihn bereits für sich zu reklamieren versuchen.[45]) Auch *Schopenhauer* hat diesen Rest erkannt; ist doch gerade er es, was er als das aktive, aktivierende im Organismus, als den Willen in seiner „Welt als Wille und Vorstellung" bezeichnet. Ja, mit ausgezeichnetem Scharfsinn hat er sogar gesehen, daß dieses Moment über das Biologische hinausreicht (s. hierüber die Anmerkung 44) und das ganze Weltphänomen umfaßt.[16]) Ich habe ihn ja gerade deswegen, weil er eine biologische Funktion auf die ganze Welt ausdehnt und sie dadurch biologisiert, den „biologischen Philosophen" genannt. Aber auch er faßt diesen Willen als den metaphysischen Urgrund des Seins und verläßt so das, was man wirklich wissen kann. Auch er schafft also eigentlich einen Gott damit, der eben nur das eine Attribut Willen hat.

Die objektive Philosophie teilt nun verschiedene dieser Grundlagen mit *H. Driesch* und *Schopenhauer.* Mit *Driesch* sieht sie das mechanisch***) Unerklärbare des Lebens ein. Aber sie geht mit *Schopenhauer* weiter und findet noch ganz anders als er Teleologisches im Weltphänomen, auch im sogenannten mechanischen Geschehen. An gehörigem Orte (s. S. 71) hat

---

*) Darum wird und muß im Programm der Entfaltung der objektiven Philosophie auf dieses Werk, das schon mehrfach erwähnte über die „Gesetze des Denkens und Schaffens" (dann die Soziologie, Ästhetik und Ethik) folgen, in dem die gleichen Weltgesetze, die hier auf die Naturtatsachen angewandt wurden, für die Geisteswelt und die Kulturerscheinungen geprüft werden sollen.

**) Alles übrige an ihr löst sich in physikalische (mechanische) und chemische Teilfragen auf.

***) Mechanisch stets als rein kausaler Zusammenhang verstanden.

der Leser diese Hinweise schon gefunden. Eine der auffälligsten waren die Störungen am Himmel; ein teleologisches Phänomen, das jetzt die Aufmerksamkeit der ganzen gebildeten Welt erregt, äußert sich in der Notwendigkeit auch Zeit und Raum relativistisch zu betrachten. Daß dies die Einführung der Biologie in die Physik sei, habe ich in meiner Einführungsschrift zu diesem Werk zuerst ausgesprochen[47]), und mit großem Vergnügen sehe ich, wie man nun von Seiten des Empiriokritizismus sich dieser meiner Meinung anschließt und sie auch in der Schulphilosophie rechtfertigt.

An diesem Punkt aber zwingen uns die heutigen Einsichten, die *Schopenhauer*'sche Annahme einzuschränken. Man hat keine zwingende Notwendigkeit, zu sagen: Die Ursache der Weltteleologie oder allgemeinen Relativität sei der Wille, sondern in Wirklichkeit, wenn man bei der reinen Erfahrung bleiben will — und zu mehr hat man kein Recht —, kann man nur sagen: das Lebenszentrum (daher *biozentrische Erkenntnistheorie*), das sich in meinem Ichbewußtsein mir als unmittelbare und einzig unmittelbare Gewißheit fühlbar macht, ist die Ursache, warum mir alles nur in bezug auf mich und daher auch teleologisch vorkommt. *Weil unser „Ich“ psychischen Gesetzen untertan ist* (wir nennen nämlich die Ichgesetze psychische Gesetze), *finden wir mehr als bloß Kausalzusammenhänge, deshalb ist uns die Welt psychisiert, biologisiert, relativisiert, daher besteht für uns die Notwendigkeit, die Zusammenhänge biozentrisch zu orientieren.*

Die objektive Philosophie ist sich dessen, man kann es nicht deutlich genug wiederholen, bewußt, daß mit dieser Auffassung in keiner Weise ein Grund erkannt ist, warum das „Ich“ diesen Gesetzen folgt, und woher das Ich stammt. Für die Metaphysik bleibt durchaus der Weg offen. Nur ist Metaphysik nicht jedermanns Geschmack, und ich halte es bezüglich der Metaphysik mit *Kungh-Tseu*, der einem Schüler, als ihn dieser nach dem Leben nach dem Tode befragte, antwortete: Du kennst ja das Leben noch nicht! Wie den Tod kennen? Wenn es einmal feststeht, daß der menschliche Intellekt nur eine relative Erkenntnisfähigkeit besitzt, dann ist es eine Forderung der intellektuellen Redlichkeit, auf die Erkenntnis „absoluter Wahrheit“ zu verzichten. Das praktisch Unmögliche wollen ist keine Beschäftigung für ernste Leute. Und man kann diesen Verzicht umso leichter leisten, als Wissenschaft und Denken noch genug Arbeit haben, um das menschliche Leben annähernd optimal zu regeln. Dieses Ideal, die Hilfsbereitschaft für den Menschen, um seine Funktionen und damit ihn in seiner Art möglichst vollkommen zu machen, das ist das ausgesprochene Endziel der objektiven Philosophie. Erst wenn es einigermaßen erreicht sein wird, dann würden und dürfen Kräfte frei werden für metaphysische Fragen. Erst dann kann man überhaupt die Frage aufwerfen: Ist denn eine Metaphysik *praktisch* möglich?

Bei solcher Gesamtanschauung des Weltproblems, wonach Welt die Summe des in unserem Bewußtseinserlebnis sich Abspielenden ist, *kann*

dem Denken kein anderer Charakter zugeschrieben werden, als der, den die gesamte Biotechnik hat; die Vorstellungen und ihre Verknüpfung sind funktionelle Anpassungen zur Orientierung im Dasein zum Zwecke seiner Erleichterung. Denken ist also keine Fähigkeit zur Durchdringung und Beherrschung der Welt, sondern nur zur richtigen Einstellung innerhalb der Zoësis. Das muß immer wieder mit allem Nachdruck gesagt und festgehalten werden, sonst hören die Irrtümer und damit die Leiden der Menschheit durch falsche Einstellung nie auf. Von da aus versteht man erst, warum sich alles „Vorstellen" stets der Bilder bedienen, der Willen stets auf ein Objekt gerichtet sein muß, warum die Welt der Begriffe und der Sprache prinzipiell die Gesetze der Biotechnik wiederholt (wie in dem Werke über die Gesetze des Denkens des Näheren auszuführen sein wird). Sinnestätigkeit, Denken und Erkenntnis sind die Signalkombinationen zum alleinigen Zweck der Lebensförderung; nie liegt in ihnen etwas anderes als eine Aussage, die sich auf das Verhältnis des Erlebens zum Lebensmilieu bezieht, ob das nun im engsten oder weitesten Sinn genommen wird. Das ist es, was durch die *Kant-Mach*'sche Erkenntnis vom relativistischen Charakter des Erkennens ausgesagt wird.

*

Wegen dieses technischen Charakters des Erkennens kann das Denken nun grundsätzlich nichts anderes liefern, als Übertragungen der biotechnischen Leistungen ins Vorgestellte, also Mechanismen aus Begriffen, Gütern, Tönen, Zahlen, Organisationen aus Menschen, Bausteinen, Maschinenelementen, kurz allen möglichen Materialien, eine *Panmechanik, in der sich immer in allem wieder nur unsere eigenen biologischen Gesetze wiederholen.*

Ich höre welche, die sagen, hiemit werde der Anschluß an den Mechanismus als Weltanschauung, also an den platten *Materialismus* vollzogen. Aber die so sprächen, würden nur ihr völliges Unvermögen zum richtigen Verständnis beweisen. *Die objektive Philosophie ist gerade die Weltanschauung des geistigen Gesetzes.* Sie ist mit aller Schärfe überzeugt davon, es gebe nichts Reales, wie nur die Vorstellung, die das einzig sicher Erlebte ist. Gerade ihr ist eigentlich alles „Geist". Und außer dem Lebensgefühl ist ihr nur eines gewiß, das bereits in ihrem Lieblingswort ausgesprochen ist. Das ist nämlich die *Gesetzmäßigkeit* in den Zusammenhängen des Erlebens, jene, welche sie die Weltgesetze nennt. Alles übrige bleibt für sie offen und ignotus. Sie leitet ebensowenig zum Materialismus wie zur Mystik, denn wenn sie Aussagen macht über eine Endlichkeit der Welt, eine ewige Wiederkehr des Gleichen, über Knäuelung und Weltrhythmen, über Weltseele und Weltkörper oder den Begriff einer objektiven Gottesvorstellung, so hat das niemals anderen Sinn, als daß die Vorstellungswelt dem Zwang unterliegt, sich die Erlebnisse in solche Kategorien zusammenhängend zu ordnen. Das hat alles nur den Sinn und ist von ihm

aus zu kritisieren, *daß bei solchen Arten von Zuordnung sich die Erlebnisse des Bios lückenlos zusammenschließen. Wenn unser Handeln in einem Sinn verläuft, der funktionsmäßig, d. h. logisch von diesem Weltbild abgeleitet ist, werden unsere Taten reibungslos sich mit ihren Folgen in diesen Bios eingliedern und keine Erlebnisse nach sich ziehen, die als Leid empfunden werden.* Das wird dann das einzige untrügliche Kennzeichen sein, daß das Handeln und die ihm zugrunde liegende Erkenntnis richtig war. Die Erzeugung einer Weltharmonie, zuerst als Harmonisierung des Innenlebens, dann als harmonische Einstellung zum Lebensmilieu, schließlich als Wirken auf Mitmenschen und Umwelt im Sinne der Weltharmonie, das ist für mich und meine Anhänger das sigillum veritatis. An den *Taten* eines so Gebildeten, zur Erkenntnis Durchgedrungenen wird man ihn erkennen. Das ist ihm der tiefste Sinn des Funktionsgesetzes.

Anmerkungen und Zusätze

1 (Zu S. 5). Die *Joule*'sche Zahl (J), die das mechanische Wärmeäquivalent ausdrückt, wurde ursprünglich in der Form ausgedrückt, daß angegeben wurde, wieviel Kilogrammeter Arbeit man aufwenden muß, um eine Kalorie (= 1 g 15° Wasser um einen Grad zu erwärmen) zu erzeugen. In dieser Form lautete sie

$$J = 427 \frac{\text{mkg}}{\text{Cal.}}$$

Da aber wegen der Schwerkraftwirkungen der Gesteine (vgl. Bd. I S. 67) ein Kilogramm nicht überall gleichschwer ist, betrug die Joule'sche Zahl z. B. in München 426,82, in Berlin 426,62. Daher nahm man das *Erg* (gewonnen aus dem Begriff *Dyne*, die Einheit der Kraft, die der Masse von 1 Gramm in einer Sekunde 1 c/m Beschleunigung erteilt, da 1 Erg = 1 Dyne × 1 cm) als Einheit und kam so zur Formel:

$$J = 4{,}1861 \cdot 10^7 \frac{\text{Erg.}}{\text{Cal}}$$

2 (Zu S. 6). Vgl. dazu *W. Meurer*, Ist Wissenschaft überhaupt möglich? Leipzig. 1920. In diesem Werk findet sich eine prinzipielle und wesentliche Annäherung an den Standpunkt der objektiven Philosophie insofern, als der Verfasser in einer dialektisch geführten, erkenntnistheoretischen Untersuchung zu dem Schluß kommt, daß wenigstens alle wissenschaftliche Beobachtung wissenschaftlich wertlos sei, denn sie muß das Wichtigste unbeobachtet lassen. Zu sich selbst könne man nicht objektiv sein. Aber er gerät nicht auf den an sich so einfachen Gedanken, daß Wissenschaft ihren Sinn nur dadurch erhalte, daß sie im Erleben nach einheitlichem Gesichtspunkt Ordnung schafft, nämlich eine Harmonie herstellen hilft zwischen den zu Gesetzen zusammengefaßten inneren und äußeren Erlebnissen, indem sie eben deren „Gesetze" feststellt. So wird sie zur Gehilfin der Lebenslehre, als welche sich die Weisheit gegenüber der stets bloßes Wissen bleibenden Philosophie darstellt.

3 (Zu S. 8). Vgl. hierzu *L. Boltzmann*. Vorlesungen über Gastheorie. 2. Band. Leipzig 1896—98. — Auch zu der neueren Entwicklung, die daraus hervorging: E. *Zermelo*, Über den Satz der Dynamik und mechanischen Wärmetheorie (Widmanns Annalen 1896). *M. Planck*, Theorie der Wärmestrahlung. Leipzig 1906.

4 (Zu S. 10). Das Entropiegesetz reicht nämlich, wie aus dem Gesagten auch schon zu entnehmen ist, weit über das Gebiet der Wärmelehre hinaus. Seine wahre Formulierung sollte also heißen: *Irreversibilität der Naturvorgänge.* Fast von allen Pro-

zessen (es ist eine Denkforderung der objektiven Logik, daß es bei allen der Fall sei) zeigt sich eine derartige Gerichtetheit. Manchmal so mit den Händen zu greifen, wie im Fall der *Lösungen.* Lösungen finden statt, ohne daß wir eine Energieleistung anwenden müssen. Anders bei dem umgekehrten Prozeß. Die Ausfällung kostet ein mehrfaches an Energie als die Lösung brauchte. Und so ist es bei der *Diffusion* und vielen anderen Vorgängen.

5 (Zu S. 11). Über die Darstellung mathematischer Funktionen in den Naturwissenschaften vgl. *G. Loria,* Spezielle algebraische und transzendente Kurven. Leipzig 1910/11.

6 (Zu S. 19). Vgl. *Müller-Pouillet,* Lehrbuch der Physik. — Auch *H. Starke,* Allgemeine Wellenlehre.

7 (Zu S. 22). Literatur über Meeresströmungen s. *O. Krümel,* Handbuch der Ozeanographie. 2. Bd. 2. Aufl. 1911, auch *A. Maury,* Physical Geography of the Sea. 1855.

8 (Zu S. 25). Allerdings wendet sich das aus noch unbekannter Ursache in den Höhen zwischen 12 bis 30 000 m Höhe. Die Julitemperatur von — 56,8⁰, die in 12 000 m Höhe gemessen wurde, sank bei 26 000 m auf — 42,3⁰. Bei 29 000 m war dieser „Wärmemantel“ der Erde allerdings bereits durchbrochen, und die Temperatur betrug in dieser Höhe bereits wieder — 63,4⁰.

9 (Zu S. 26). Wenn also ein Kubikmeter Luft von 20⁰ und 17,1 Gramm Wassergas sich mit einem Kubikmeter Luft von 0/ und 4,4 Gramm Wassergas mischt, wird das Gemenge 10⁰ haben und 21,5 Gramm Wassergas halten sollen. Das kann es nicht, denn 10grädige Luft kann nur 18,8 g H_20 aufnehmen. 2,7 g werden also aus den 2 Kubikmeter Luft ausgeschieden, mit anderen Worten: es regnet.

10 (Zu S. 30). Vgl. dazu *Rolland,* Géologie du Sahara algérien. Paris. 1890. — *L. Cholnoky,* Die Bewegungsgesetze des Flugsandes. (Földtani Közlöny, Ung.) 1902. — *Jordan,* Physik, Geographie und Meteorologie der libyschen Wüsten 1876.

11 (Zu S. 36). Als Probe dieser Versuche, die Ideen der objektiven Philosophie in adäquate Formen zu gießen, seien folgende Verse von *A. Harrar* hierher gesetzt:

Zwiegespräch:

Ich:

Du, der du warst, ich weiß nicht wie und wann,
Du, der du bist, was Zeit nie werden kann,
Du, der mit tausend Leben um mich ringt,
Du, der in tausend Toden niedersinkt —
Wo such' ich dich?
Du meiner Sinne ungewisser Schein,
Du Weltgeburt und Weltvergessensein,
Du Sturm, der sich aus kaum bekanntem Saum
Letzter Erkenntnis stürzt in fremden Raum —
Wo find' ich dich?

Es:

Du bist — ich war. Du wirst — ich bin und bin.
Zeit ist nicht Zeit, und Sinne sind nicht Sinn.
Aus dir, du Form, die ewig wird und bricht,
An deiner Dunkelheit zünd' an das Licht
Und suche mich!
Dein Einst, aus dem du selber dich erfüllt,
Ist Spiegel, der den Weltentag enthüllt.
Was über deinen Spiegel flieht und flammt,
Bin ich, aus dem dein tiefstes Du entstammt —
Nun finde mich!

12 (Zu S. 37). Hiervon ist er durch die Unvollkommenheit der Musikinstrumente heute allerdings noch weit entfernt. *Alle Musikinstrumente sind nur imstande, annähernd Harmonien zu erzeugen.* Am meisten gelingt dies den Saiteninstrumenten, allen voran der Violine und der vox humana. Am wenigsten dem als Zeichen der eingetretenen Musikbarbarei am weitesten verbreiteten Klavier, auf dessen Verhältnisse heute die gesamte Komposition eingestellt ist. (Nach dem Klavier wird alles gestimmt und singen gelehrt!) Denn da dieses Instrument unveränderbare „feste" Töne hat, ist es ein aus seiner Konstruktion fließender Zwang, die Intervalle zwischen zwei Tönen gleichgroß zu machen. Darum nennt man sie die Intervalle in der gleichschwebenden Temperatur. (Vgl. *Bachs* Wohltemperiertes Klavier.) Mechanisch wird so als Wert des Intervalles 1,05946 festgelegt, was einem gewissen mittleren Zusammentreffen mit den wirklich reinen Harmonien entspricht, aber schon einem wirklich feinhörigen Ohr unerträglich ist, daher Klaviermusik immer etwas Unvollkommenes und Unreines besitzt. Die Differenzen zu den pythagoräischen Intervallen, welche die Weltgesetzlichkeit weit besser ausdrücken, sind z. B. für die Quinte statt 1,5 ($^3/_2$) bei *Pythagoras* nach der gleichschwebenden Temperatur $2^{7/12} = 1{,}4983$. Oder für die Sexte verwenden wir 1,68 statt 1,67. Wir kennen also nur ein annäherndes Musizieren, das die Zukunft als barbarisch verabscheuen wird. Vgl. *Helmholtz*, Die Lehre von den Tonempfindungen, auch *Lord Raleigh*, Theorie des Schalles.

13 (Zu S. 44). Vgl. *Ph. Lénárd*, Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation. Neue Aufl. Leipzig. 1920. In dieser Abhandlung versucht *Lénárd*, die Ablenkung des Lichtes durch das Schwerefeld der Sonne durch eine vielleicht (!) vorhandene Sonnenatmosphäre anzuzweifeln, und erklärt die Störungen der Merkurbahn lieber mit den in Bd. I S. 18 gekennzeichneten hypothetischen „Massen" von *Seeliger*. Dagegen betont er sehr richtig, daß durch die Ersetzung des Wortes Äther durch das Wort Raum die geheimnisvollen Eigenschaften dieses Äthers nur einen neuen Träger, nicht aber eine Erklärung gefunden haben.

14 (Zu S. 45). Die Äthertheorie faßt diesen nicht als elastische, sondern als elektromagnetische Substanz, in dem die Fortpflanzung der Bewegungen durch das Zusammenwirken von elektrischen und magnetischen Verschiebungen geschieht, setzt also den Äther als Elektrizitätsträger, daher als aus Elektronen zusammengesetzt, voraus. So kam auch *Lorentz* zu seiner Auffassung von der Kontraktion dieser Elektronen, die den bekannten Anstoß zur ganzen Relativitätstheorie gegeben hat. Die Differenzen zwischen einer atomistischen und ätherelektronistischen Auffassung des Lichtes sind also gar nicht so enorm, wie man es gemeinhin hinstellt.

15 (Zu S. 46). Die maßgebenden Abhandlungen hierüber veröffentlichte *Fizeau* in den Comptes rendus von 1851, *Michelson* und *Morley* im American Journal of Science 1886, dann *Lorentz* in dem Werke: Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern, Leiden 1895 (auch in The theory of Elektrons, Leipzig 1909), an das *Einstein* mit seiner Abhandlung in den Annalen der Physik (1905) anknüpfte.

16 (Zu S. 54). Vgl. hierzu sowie zum Abschnitt Magnetismus: *G. Mie*, Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. 1910. — *E. Cohn*, Das elektromagnetische Feld. 1900 — *H. Du Bois*, Propriétés magnétiques de la matière. Paris. 1900.

17 (Zu S. 56). Vgl. über Röntgenstrahlen die grundlegende Abhandlung von *W. C. Röntgen* in Wiedemanns Annalen Bd. 64 und *J. Stark*, Die Prinzipien der Atomdynamik II, ebenso *W. Friedrichs*, *P. Knipping* und *M. v. Laue*, Interferenz der Röntgenstrahlen in Sitzber. d. bayr. Akad. d. Wiss. 1912.

18 (Zu S. 59). Die Erdwärme (die höchsten Temperaturen der Luft in der Sonne können bis 80° C ansteigen; ich selbst fand in der Sinaiwüste 62° C noch erträglich) ist nicht die direkte Strahlungswärme der Sonne, sondern das Resultat eines komplizierten Prozesses. Die Lufthülle der Erde wirkt *(Tyndall)* wie eine Glasscheibe, welche wohl Wärmestrahlen, die unser Auge als Licht empfindet, durchläßt,

dagegen nicht die dunklen Wärmestrahlen, welche von der Erde selbst ausgehen. Daher sind wir im Freien in derselben Lage, wie die Pflanzen in einem Treibhaus, das nach den gleichen Prinzipien gebaut ist, oder wie in einer Glasveranda.

19 (Zu S. 59). Man verbindet die Orte mit gleicher Temperatur durch *Isothermen* und verrät dadurch, daß die unter ewigem Eis bedeckten Länder westlich des Smithsundes im Polarkontinent einen Jahresdurchschnitt von — 20° C, der Sudan zwischen Chartum und Timbuktu eine Jahresisotherme von über 30° Hitze hat. Die größten Temperaturextreme an einem Ort erlebt etwa Jakutsk in Sibirien, wo bei mittlerer Jahrestemperatur von — 11,2°, die mittlere Januartemperatur — 42,8°, die mittlere Julitemperatur aber + 18,8° beträgt. Übrigens hat auch Deutschland (z. B. Braunschweig) immerhin noch eine Jahresschwankung von 49°. Das mittlere Maximum von Timbuktu als den heißesten Ort der Erde (nicht Arabien, wo Dschidda „nur“ 40,8° erreicht) beträgt 47,4°. (Europa in Madrid 39,6°, übrigens Berlin noch 33,0°.) Das mittlere Temperaturminimum kulminiert mit Werchojansk in Sibirien mit — 63,9°. (Europa mit Moskau — 30,5°, Berlin — 15,4°.)

Die größte Hitze im Schatten maß man am Roten Meer, in Zentralafrika, im Innern (Australiens und in Arizona, wo überall wiederholt 50° erlebt wurden. Die größte Kälte an der Jana in Sibirien, wo — 60° — 65° Kälte vorkommen, desgleichen am Bärensee in Nordamerika (— 58°). Vgl. *van Bebber,* Die Verteilung der Wärmeextreme über die Erdoberfläche (Petermann's Geograph. Mitteilungen 1893).

20 (Zu S. 59). Man täusche sich nicht darüber, daß es prinzipiell niemals gelingen kann, den absoluten Nullpunkt herzustellen, da dies doch nur in das Reich der extrazoëtischen Fiktionen gehört, so wie der Begriff absoluter Masse oder Zeit oder Raum.

Abgeleitet wurde er aus dem *Gay-Lussac*'schen Gesetz d. h. aus der Tatsache, daß sich die Spannung der Gase unabhängig von dem Druck mit jedem Grad Celsius um $^1/_{273}$ ändert. Somit mußte die Spannung bei — 273° Null sein. Oder, da die „Spannung“ nur das Sammelwort für die Molekülstöße ist, müßten die Molekülbewegungen bei dieser Temperatur sistiert sein. Man kann diese Temperaturen daher nur annähern und hat dies auch durch Verdampfung von flüssigem Wasserstoff bis zu 16° absoluter Temperatur, also — 257° C getan.

21 (Zu S. 60). Es ist hierbei die *Temperatur des Weltraumes mit 142°* unter Null angenommen nach dem Vorgange von *Pouillet,* der sie nach der Sternenstrahlung, nämlich nach der Wärmemenge, schätzt, die mit Ausnahme der Sonne von den anderen Himmelskörpern zur Erde gelangt. Dieser Wert ist aber keineswegs sicher, und tatsächlich wissen wir über die Temperatur des Weltenraumes gar nichts Sicheres.

22 (Zu S. 61). Vgl. im besonderen *J. Breuer* und *S. Freud,* Studien über Hysterie. 3. Aufl. Wien 1913. — *W. Fließ,* Der Ablauf des Lebens. Grundlegung zur exakten Biologie. Wien 1906. — *W. Fließ,* Das Jahr im Lebendigen. Jena 1918. — *O. Kammerer,* Das Gesetz der Serie. Stuttgart 1919.

23 (Zu S. 62). Conf. *Koffka,* Experimentaluntersuchungen zur Lehre vom Rhythmus. (Zeitschr. f. Psychologie, Bd. 52.)

24 (Zu S. 62). *Behn,* der deutsche Rhythmus und sein Gesetz. 1912.

25 (Zu S. 64, 65, 66). Vgl. *W. Ostwald,* Allgemeine Chemie, Bd. II. — *Woker,* Die Katalyse. I. 1910. — Älter auch: *Bredig,* Anorganische Fermente. 1910. — Vgl. auch *C. Berthelot,* Chemische Mechanik, gegründet auf Termochemie. 1879.

26 (Zu S. 68). Meine erste Publikation hierüber datiert vom Jahre 1917 (Mitteilungen des K. K. Techn. Versuchsamtes in Wien. 1917). Die Hauptarbeit ist: *R. Francé,* Die technischen Leistungen der Pflanzen. Leipzig (Vereinigung d. wissensch. Verleger) 1919. In gemeinverständlicher Form unter erweiterter Ableitung des Funktionsbegriffes behandelt in: Die Pflanze als Erfinder. Stuttgart (Kosmos) 1920. 7. Aufl.

27 (Zu S. 68). Vgl. *W. Roux,* Der züchtende Kampf der Teile oder die Teilauslese im Organismus. Leipzig 1881. — Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, I—II. Leipzig 1895.

28 (Zu S. 72). So entscheidet sich z. B. der Streit zwischen *Roux* und den Psychomorphologen durch diese Einsicht auf die Weise, daß beide Teile recht haben, weil beide Teile etwas anderes meinen. *Roux* hat durchaus recht, wenn er bei funktioneller Anpassung an das Gesetz der Funktionsformen denkt und wir (*A. Pauly* und ich) die seinerzeit die Polemik im Archiv für Entwicklungsmechanik und der Zeitschrift für den Ausbau der Entwicklungslehre (1902) führten, hatten recht, weil uns die biologisch bedingten Anpassungen von autoteleologischem Charakter allein vorschwebten. Daß *Roux* in dem von ihm angenommenen Sinne denkt, beweist er durch seine Lehre von der tropischen Wirkung des funktionellen Reizes. Er macht darin die „inneren" Zustände der Gewebe für die Hyperämie verantwortlich, welche das Ausführungsmittel solcher Umbauten ist. Er sagt demnach: Die Substanz, welche funktioniert, handelt selber. So gestaltet sich das Dauerfähige selbst. Und hält ganz logisch das teleologische Geschehen zugleich für das Mechanische. Mit anderen Worten, er sieht sehr wohl, daß das Teleologische schon im mechanischen Gesetz darin stecken kann. Vgl. *R. Francé*, Funktionelle Selbstgestaltung und Psychomorphologie (Archiv f. Entwicklungsmechanik 1908).

29 (Zu S. 77). Vgl. hierzu *Gurwitsch*, Morphologie und Biologie der Zelle. 1904. — *A. Meyer*, Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere. Jena. 1. Teil. 1920.

30 (Zu S. 77). Vgl. *O. Bütschli*, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig. 1892. — *R. Francé*, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Scenedesmus. (Acta mus. Natur. hung. Budapest 1892). — *M. Fayod*, La structure du protoplasma vivant. (Revue gén. de Botanique 1891). — *G. Entz*, Die kontraktilen und elastischen Elemente der Vorticellinen. (Mathem. naturwiss. Berichte aus Ungarn 1892). — *E. Altmann*, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig. 1890. Angesichts der für die gesamte Lebenserkenntnis enorm wichtigen Frage nach der wahren Struktur des Protoplasmas und der Elementarorganismen kann die objektive Philosophie an dieser Frage nicht ohne ausgiebige Erörterung von ihrem Gesichtspunkt aus vorübergehen.

31 (Zu S. 79). Die hier vertretene Theorie der archiplastischen Metabolie ist in „Atome" von Einsicht zersprengt in der gesamten cytologischen Literatur vertreten. Allenthalben sieht man Abbildungen, auf denen alveoläre und fibrilläre Cytoplasmateile *nebeneinander* beobachtet sind. *A. Strasburger* glaubte schon 1908 eine solche Metabolie beobachtet zu haben. Auch die Einsicht, daß die Chondriosomen (= *Mitochondrien)* ihre Form nach der jeweiligen Zellbeanspruchung wechseln, geht durch die Literatur. Sichergestellt ist jedenfalls ihre Umbildung zu Spirillen in Spermien und zu Myofibrillen in Muskelzellen. Es gibt sogar stützende archiplastische Skeletfasern als Zeichen, wie durchgängig das Gesetz der funktionellen Anpassung den cytoplasmatischen Bau bestimmt.

Auch den Botanikern ist es durchaus geläufig, daß die *Zellmembran* ein Abdruck ihrer Funktionen sei. Die restlose Aufhellung der cytologischen Histologie wird aber natürlich erst dann gelingen, wenn die Funktionen (man denke an die Kernteile) der Elemente durchschaut sind, wovon man heute aber noch weit entfernt ist.

32 (Zu S. 80). Durch diese Studien sonderten sich namentlich neun Haupttypen für druckfeste Konstruktionen: I. Typ von *Surirella*, II. Typ von *Mastogloia*, III. *Nitzschiatyp*, *IV. Eunotiatyp*, *V. Cymatopleuratyp*, *VI. Craticulatyp*, *VII. Stauroneïstyp*, *VIII. Pinnulariatyp*, IX. Tip. von *Fragilaria Harrisonii*. Von diesen ist I der Durchschnittsfall für normale Beanspruchung, Typ II für konstante Belastung geeignet, Typ III bis VII sind Spezialformen für besondere Druckverhältnisse, Typ VIII für besonders große Formen konstruiert, Typ IX noch unverständlich.

Einen Teil dieser Konstruktionseinrichtungen ahmt der Mensch bereits nach. So

die Herausnahme der Füllungen aus Wänden in der Baukunst oder die Kantenverstärkungen in Form von Beschlägen bei Koffern und Kisten.

Dieses eine etwas spezieller ausgeführte Beispiel möge ahnen lassen, mit welchem Reichtum an Vorbildern und Anregungen man bekannt wird, sobald man sich dem Sein mit dem Gedanken nähert, in ihm ein technisches Musterbuch zu sehen.

33 (Zu S. 83). Die genaueren Ausführungen dieses Gedankens sind der Inhalt einer *objektiven Soziologie*, welche im Rahmen des Gesamtwerkes der objektiven Philosophie auch vorgesehen ist. Vorstudien dazu enthält meine kleine Schrift: *R. Francé*, Der Weg zur Kultur. 2. Aufl. (11—15. Tausend) Prien. 1923.

34 (Zu S. 88). Vgl. *V. Graber*, Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Wirbel- und der wirbellosen Tiere. Leipzig. 1886. I—II ein ausgezeichnetes Werk, das geradenwegs die Bahn zur Biotechnik einschlägt. Andere Vorläufer, die immer nur das Weltgesetzliche daran nicht erkannten, sind *S. Schwendener*, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen, Leipzig 1874. — *A. Dingler*, Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane 1889. — *Kapp*, Philosophie der Technik, Leipzig, der die Biotechnik auf den Abweg des metaphysischen Begriffes der *„Organprojektion“* führte. — *Reulaux*, Kinematik im Tierreiche, Braunschweig. 1900. *H. V. Meyer*, die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. — *O. Fischer*, Kinematik organischer Gelenke. Braunschweig, 1907. Außerdem viele Abhandlungen von *O. Thilo* über Sperrgelenke bei Fischen, die das Vorbild des Yaleschlosses sind. Man hat also zwei Menschenalter verstreichen lassen, ohne diese Erkenntnisse auch wirklich fruchtbar zu machen.

35 (Zu S. 90). Vgl. *A. Pauly*, Darwinismus und Lamarckismus. München 1906. — *H. Driesch*, die „Seele“ als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1904. —

36 (Zu S. 96). Näheres hierüber vgl. *R. Francé*, Das Leben der Pflanze. Bd. I—II. Stuttgart. 1921. 2. Aufl.

37 (Zu S. 99). Vgl. hierzu *E. Klotz*, Der Mensch, ein Vierfüßler. Leipzig. 1908. Ein beachtenswertes Werkchen, in dem der Verfasser den Beweis für eine notwendige organischere Art des Begattungsaktes liefert.

38 (Zu S. 101). Vgl. *E. Fuld*, Über Veränderungen der Hinterbeinknochen von Hunden infolge Mangels der Vorderbeine. (Archiv f. Entwicklungsmechanik 1901.)

39 (Zu S. 102). Diese Konsequenz des biotechnischen Gedankens habe ich näher ausgeführt in meiner Abhandlung, *R. Francé*, Der Parasitismus als schöpferisches Prinzip. (Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Band 50. 1920.)

40 (Zu S. 111). Daher besagt auch der Einwand nichts, daß die Vorstufen des Menschen kein elektrisches Licht, keine Klaviere, Automobile u. dgl. Erfindungen mehr hergestellt haben. Wer diesen Einwand vertritt, der hat darauf vergessen, daß jede Erfindung nur eine Anpassung, also die Befriedigung eines Bedürfnisses ist. Sie muß daher aus der Bedürfnislage heraus beurteilt werden; nur von da aus kann sie optimal gewertet und verstanden werden. So haben z. B. die Zweihufer (Pferde!) keine harten Hufeisen von Natur aus, und der Mensch muß durch den Hufbeschlag scheinbar einer Unvollkommenheit der technischen Leistungen des Plasmas nachhelfen. An diesem Beispiel ist die Sachlage besonders durchsichtig. Der Huf des Pferdes ist technisch vollkommen zulänglich in der Zoësis des Pferdes, nämlich auf dem weichen, rasenbedeckten Boden der Steppe, wo sich das Wildpferd aufhält. Wir haben es als Haustier in eine neue, unnatürliche Lebenssituation gebracht mit unserem Granitpflaster in den Städten und harten Landstraßen. Darum müssen wir seine natürlichen Anpassungen erweitern, können es aber — und das beachte man wohl! — wieder nur im Sinne der Biotechnik tun. Das Hufeisen ist eine Kopie des Hufes, nur aus härterem Material hergestellt.

Einen Einwand gegen die Biotechnik machte man mir gelegentlich des Vortrages, den ich in der Technischen Hochschule in Dresden im Jahre 1920 über sie hielt: der

Organismus wende nirgends die technische Form des *Rades* an, obwohl dies oft in seiner Bedürfnislage gefordert sei. Demgegenüber ist zu sagen: die Organismen verwenden sehr wohl das Rad, das ja technisch nur eine Abart der Kugel ist, indem sie die Funktion des Rollens ausüben. Es rollen auf den Steppen die kugelig, oft auch radförmig verschlungenen Sprosse der sogenannten Steppenhexen (z. B. *Rapistrum perenne*, der Windsbock) unter dem Winde dahin, dadurch für die Verbreitung der Pflanze sorgend. Auch Schnecken, Ammoniten, Foraminiferen (vgl. Abb. 58 in Bd. I) benützen die Radform aus allerdings noch undurchsichtigen Gründen, die sogar eine Biotechnik verwirklichen, von der der Mensch an seinen Rädern erst seit neuerer Zeit Gebrauch macht. Sie haben nämlich sämtlich zur Stützung ihres Radgehäuses gebogene Speichen, und damit einen statischen Vorteil, von dem der Mensch bei den Schwungrädern ebenfalls profitiert. Räder sind übrigens unter den pelagischen Lebewesen auch die *Cyclotellen* und *Coscinodiscen;* an den *Planorbis*schnecken des Süßwassers kann man beobachten, wie sie bei einer Störung ihre Radform verwerten und zum Schutz kopfüber in die Tiefe rollen.

Nach *E. Mach* gibt es in der Natur keine rotierende Bewegung und angeblich auch keine natürliche Schraube und kein Zahnrad, weil das Rotieren die Aufhebung der Massenkontinuität zur Folge hat. Dieser Einwand beweist erstens, welch hohe Meinung *Mach* von der Technik der Natur haben mußte. Denn nur äußerste Geschwindigkeiten der Rotation, die wir in unserer Technik gar nicht erreichen können, würden rotierende Gegenstände zerreißen. Außerdem ist das Fehlen der Rotation im Biotechnischen doch höchstens nur ein Beweis dessen, daß Rotieren keine optimale Technik darstellt; derselbe Effekt kann mit geringerer Kraftanwendung erreicht werden, wie die Schwanzflosse der heterozerken Fische (Haie) beweist, durch deren Antrieb diese Tiere auch den Dampfern tagelang folgen können, weil deren Bewegung vollkommen den gleichen Effekt bewirkt, wie die rotierenden Schiffsschrauben. Das gleiche gilt für den Vogelflügel, dessen Funktion dem Vogel den Vortrieb verleiht, der im Flugapparat durch eine oder mehrere Schrauben nachgeahmt und noch immer nicht erreicht wird. Außerdem ist endlich die Behauptung, der Organismus kenne keine Schraube und kein Zahnrad, auf Unkenntnis der Natur aufgebaut. Schraubenförmige Spermatozoiden sind auf Abb. 20 dargestellt, und Sperrvorrichtungen, die auf dem Prinzip des Zahnrades beruhen, hat *O. Thilo* von Fischen beschrieben. Eines seiner Modelle ist im Münchner Deutschen Museum als vorläufiger Embryo von dessen biotechnischer Abteilung aufgestellt.

41 (Zu S. 113). Vgl. hierzu *K. Graeser*, Der Zug der Vögel. Leipzig. II. Auflage.

42 (Zu S. 117). Vgl. *H. v. Helmholtz*, Die Lehre von den Tonempfindungen. 5. Aufl. Braunschweig 1896. — Auch *E. Waetzmann*, Die Resonanztheorie des Hörens. Braunschweig. 1912. Auch in den abweichenden Theorien (*Ewald's* Schallbildtheorie) leugnet man nicht die Grundlage des biozentrischen Selektivhörens, auf das es in unserem Gedankengang allein ankommt.

43 (Zu S. 96 und 118). Solche Untersuchungen liegen vor von *A. Wagner*, Über die Anpassungsfähigkeit von Myriophyllum verticillatum (Ztschr. f. A. d. Entw. 1909), von mir selbst *R. Francé*, Die gamotropen Bewegungen von Parnassia palustris (Zeitschrift f. d. Ausbau d. Entwicklungslehre 1908). Vgl. auch *E. Ungerer*, Die Regulationen der Pflanze. Ein System der teleolog. Begriffe. Berlin 1919.

44 (Zu S. 120). *Aristoteles* nennt Entelechie das Formungsprinzip, schlechthin die Verwirklichung von Zwecken, wodurch er klar zu erkennen gibt, daß ihm das Teleologische in der gesamten Weltgestaltung klar bewußt war. Entelechie ist ihm daher auch die Gestaltungsseele des Leibes. Vgl. *H. Driesch*, Die „Seele" als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1904. — Philosophie des Organischen. Leipzig I—II. 1909. — Wirklichkeitslehre. Leipzig 1917.

45 (Zu S. 120). Dies tut namentlich *K. Jellinek* in seinem äußerst kenntnisreichen Buch: Das Weltengeheimnis. Stuttgart. 1921.

46 (Zu S. 120). Vgl. dazu die Abhandlung: *A. Schopenhauer*, Über den Willen in der Natur, in den Schriften der Naturphilosophie und Ethik von 1854. Vgl. auch den Abschnitt: Objektivation des Willens im tierischen Organismus, in den Ergänzungen zum zweiten Buch der W. a. W. u. V. und Kap. 23: Über die Objektivation des Willens in der erkenntnislosen Natur.

47 (Zu S. 121). *S. R. Francé*, Zoësis. Eine Einführung in die Gesetze der Welt (München 1920) und als Bestätigung des Kernsatzes dieser Schrift, die nur eine Erweiterung meines auf dem Jahrestag der Schopenhauer-Gesellschaft in der Dresdner Technischen Hochschule gehaltenen Vortrages ist: *J. Petzold*, Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit. Dresden 1921, wo in Abschnitt 34 ganz im Einklang mit mir die Forderung gewollter „invarianter Naturgesetze" aufgestellt, in Abschnitt 35 der mir am meisten am Herzen liegende Punkt zugegeben wird. daß sich durch die neuere Physik diese der Physiologie annähert, also biologisiert wird (S. 121). Und ganz folgerichtig zieht hieraus *Petzoldt* die Konsequenz, daß aus dieser Verknüpfung der unbegründete Gegensatz von Natur- und Geisteswissenschaften überwunden werden wird.

Das Gesestz des Optimums

Definition der Mechanik — Die Gesetze der Mechanik — Das Trägheitsprinzip — Das Kräfteparallelogramm — Die Theorie der komplexen Systeme — Bedeutung der Mechanik — Feststellung der optimalen Seinsarten — Geologie als Mechanik der Gesteine — Strategie als Mechanik von Menschenmassen — Volkswirtschaft als Mechanik des Waren- und Geldverkehrs — Mechanik als Regellehre aller Systembeziehungen (Panmechanik) — Darstellung des Optimumgesetzes mit seinen Konsequenzen der Selektion und des kleinsten Kraftmaßes — Definition und Geschichte des Optimumgesetzes — Alle Prozesse des Organismus verlaufen optimoklin — Die Tropismen und Reflexe als optimokline Reaktionen — Intellekt und Gehirn als Mittel zur Erreichung des Optimums — Denken als biologische Funktion — Das neue Weltverständnis der objektiven Philosophie — Optimoklines Geschehen im Anorganischen — Optimokline Bewegung — Das Optimumgesetz in der Talentwicklung, im freien Fall, in der Erosion — Das Optimum im Lachambre'schen Reflexionsversuch — Die Transmutation als Mittel des optimoklinen Geschehens — Der Kosmos kennt nur Kreislaufprozesse — Kritik des Begriffs der schöpferischen Entwicklung — Fehlen der schöpferischen Entwicklung in der Klimatologie, in der Geologie, in der Geogenesis — Die populären Ansichten vom Stammbaum des Lebens — Die populäre Entwicklungslehre — Kritik dieser Lehren — Die Kräfte der Erdumgestaltung sind konstant — Abbrechende Entwicklungen in der Vulkanbildung und Verlandung der Seen — Der Begriff der Kumulation an Stelle der Entwicklung — Kritik der biologischen Entwicklung — Die ontogenetische Entwicklung als Entfaltungsprozeß — Entfaltung des Menscheneies — Der Wechsel der Generationen in der Ontogenie — Generationswechsel bei Pflanzen — Erklärung der Zellteilung als Knospung — Zurechtbestehen der Abstammungslehre — Entstehen und Kritik der Mutationen — Bedeutung der Vererbung — Das Mendelgesetz als Regler der Vererbung — Die Vererbung erworbener Eigenschaften als Tatsache — Die Beweise der Abstammungslehre — Der genetische Zusammenhang des Menschen mit den Tieren — Definition und Ursachen der Menschwerdung — Die biologische Funktion des Menschengeistes ist die Schaffung einer Zivilisation — Übereinstimmung mit H. Vaihinger — Die objektive Philosophie als Mittel zum Optimum der Menschwerdung — Die Kultur als übergeordnete Stufe der Zivilisation — Die Welt als konstantes System von Transmutationen — Konkordanz der Ontogenie, Phylogenie und Regeneration — Die Gesetze der Regenerationen — Umkehrung der Entwicklung — Entwicklung als Ausgleichvorgang — Die Fortpflanzung als optimokline Geschehensart — Die Gesetze der vegetativen und sexuellen Fortpflanzung — Die neue Auffassung der Fortpflanzung — Erklärung der Parthenogenesis — Die Sexualität als optimokliner Faktor — Lob der Geschlechtsliebe als Mittel, um zum Optimum zu kommen — Ursache des Aussterbens der Arten — Kritik der Anpassungs- und Organisationsmerkmale — Zusammenfassung der Entwicklungserscheinungen als Äußerungen des Optimumgesetzes — Kritik der *H. Spen-*

9*

cer'schen Entwicklungsphilosophie — Die *Baer*'sche Formel als Ausdruck optimoklinen Geschehens — Auch *Spencer* faßt Entwicklung nur als optimokline Entfaltung des Weltsystems auf — Zusätze und Anmerkungen.

Ich schlage vor, einen Augenblick stehen zu bleiben und zurückzublicken. Was ist, dem Streit der Meinungen entrückt, als das Wesen dessen erkannt, was als Weltbild in unser Erleben jeden Augenblick tritt?

Die Welt ist eine Stufenleiter von Integrationsstufen, deren große Gliederung etwa durch die Begriffe: Materie, belebte Materie, Psyche, Kultur, Kosmos, Bios bestimmt wird. Freilich sind das nur die Protagonisten eines unendlich getürmten Systems von Integrationen, die das Sein durch ihre Funktionen, gemeinhin Eigenschaften genannt, festlegen. Die Natur und Vielheit dieser Funktionen unterliegt bestimmten Regelungen der Zusammenhänge, von denen sich alle denjenigen unterordnen, welche die Erhaltung des Seins, im besonderen die Erhaltung der Materie und der Energie bewirken. Das ist der ganze Sinn des physikalischen und des chemischen Geschehens. Die Funktionen sind also der Ausdruck eines Geschehens, und dieses Geschehen ist nicht erfolglos. Sein Resultat kann nur ein einziges sein. Wir sehen es auch stündlich vor Augen. Es ist die Erhaltung des Seins, die Dauer der Welt.

Dem dient nun das gesamte, ganz unaussprechlich verwickelte Getriebe der physikalisch-chemischen Gesetze, dessen rein beschreibende Darstellung man in den gemeinbekannten Lehrbüchern finden kann, wobei das biologische Geschehen keine Ausnahme bildet, sondern nur Chemophysik in der bestimmten, sattsam erörterten teleologischen Konstellation ist, von der das Geistes- und Kulturleben die uns bewußt gewordene Anwendung bildet.[48])

Man darf also den Begriff weiter fassen und sagen: das Weltgeschehen wird von uns in Formen erlebt, die seine Dauer bewirken. Es vollzieht sich nämlich in fortwährenden Kreisläufen, in einer immer wiederkehrenden Verkettung von Beziehungen, die eben ihrer Regelmäßigkeit halber mathematisch faßbar ist*), und die *Gesetze der Mechanik* genannt wird. *Die Mechanik regelt im weiten Bereich des Erlebens die Beziehungen zwischen Form und Funktion* (Sein und Geschehen) *und ist eine allgemeine Beziehungslehre.*

In der Schuldefinition, daß sie die Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung der Körper sei, steckt schon insofern das Richtige, als Gleichgewicht nur eine bestimmte, nämlich eine optimale Beziehung der Körper, beziehungsweise der Bewegungen gegeneinander ist. Und sie braucht nur insofern eine Erweiterung, als die Anwendung auf Körper nur eine ihrem Wesen nach ganz ungerechtfertigte Beschränkung einer mathematischen, also jeder Abstraktion fähigen Wissenschaft ist. Wer sich bei dieser Sach-

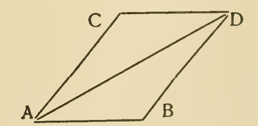
*) Mathematisch = das zahlenmäßig Faßbare.

lage die Gesetze der Welt klar machen will, muß demnach die Gesetze der Mechanik kennen lernen, denn sein Erleben wird von ihnen geordnet.

Als ihr Grundgesetz und gleichzeitig als den einzigen Erfahrungssatz, der ihr zugrunde liegt, hat *Heinrich Hertz*[49]) den Satz herausgeschält, daß überall da, wo zwei Körper demselben System angehören, die Bewegungen des einen durch die Bewegungen des andern mitbestimmt sind. Es sind demnach Gesetzesbeziehungen zwischen Teilen, welche durch sie näher ausgedrückt sind. Und diese Teile werden von ihr in den Begriff *System* gefaßt, der zunächst nichts anderes umschreiben soll als eine Summe von Teilen, die in irgendeinem Zusammenhange stehen. Jeder Vorgang ist nichts anderes als eine Verschiebung in den Beziehungen dieser Teile. Jedes System und jeder Vorgang ist durch andere Systeme und Vorgänge bedingt. Mit anderen Worten: alles steht unter gesetzmäßigen Zusammenhängen.

Die wichtigsten drei dieser Gesetzeszusammenhänge hat schon *Newton* erkannt und als die wesentlichen Sätze, die *Prinzipe* bezeichnet.[49]) Es sind das bekanntlich das *Prinzip der Trägheit*, das des *Kräfteparallelogramms* und das von *Actio et Reactio*, d. h. von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung. Hierzu gesellte *Robert Mayer* dann noch den Satz von der *Erhaltung der Energie*, und als Ableitungen aus diesen vier großen Hauptgesetzen erkannte man noch die Prinzipe von der Bewegung des Schwerpunktes, den Flächensatz, ohne den die Astronomie nicht auszukommen vermag, jenen der virtuellen Verschiebung, den Satz vom kleinsten Zwang und kleinsten Kraftaufwand, das *D'Alembert*'sche und das *Hamilton*'sche *Prinzip*, welche aber alle teilweise sich decken und nur verschiedene Formulierungen desselben Gesetzes sind. Das ist das gesamte Um und Auf der Mechanik.

Von diesen ist das Trägheitsprinzip oder das der Beharrung nichts anderes als das Seinsgesetz, in die physikalische Fachsprache übersetzt, wo es dann folgendermaßen klingt: Ein Körper behält seine Geschwindigkeit nach Größe und Richtung unverändert bei, solange keine Kraft auf ihn wirkt. Mit anderen Worten: A ohne Änderung bleibt A. Das Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung ist ohne weitere Erörterung verständlich, während das Kräfteparallelogramm nichts als die Konstatierung der Tatsache enthält, daß, wenn ein Körper gleichzeitig die Geschwindigkeit AB und AC besitzt, er durch diese beiden nach AD gelangt. Mit



anderen Worten: er beschreibt den unter den gegebenen Verhältnissen möglichst vorteilhaften, kurz ausgedrückt, den optimalen Weg. Daß dem

so ist, wurde den Menschen schon von je klar, z. B. als sie durch Anwendung dieses Gesetzes die günstige Flugbahn eines Geschosses (seine optimale, *ballistische Kurve*) ermittelten; was aber bisher noch von niemandem bemerkt wurde, das war die Tatsache, *daß im Satz vom Kräfteparallelogramm eine Anerkennung des Optimumgesetzes steckt als einer grundlegenden Tatsache des Naturgeschehens.*

Letzten Endes aber ist es auch wieder nur eine Folgerung aus dem Trägheitssatze, da es doch nichts anderes besagt, als daß jedes freie System in seinen Bewegungen einer Gleichgewichtslage zustrebt, die dafür den Ausgleich darstellt. Dieses Gleichgewicht ist aber die günstigste unter allen in der betreffenden Sachlage möglichen Situationen, d. h. ihr Optimum. Zugleich jedoch ist es die Tendenz zur Restitution des Ursprünglichen, also der Ausgleich aus den Widerständen, welche die Beharrung den neuen, angreifenden Kräften entgegensetzt. Die Mechanik betritt mit dieser Einsicht nur den Weg, den auch die objektive Philosophie eingeschlagen hat, als sie in der Analyse des Seinsgesetzes unter anderem auch das Optimumsgesetz fand.

In diesen Punkten würden weitere Erörterungen nur offene Türen einrennen. Ganz anders jedoch, wenn wir nun daran gehen, die Bedeutung dieser mechanischen Gesetze für das Verständnis des Weltphänomens eingehender zu untersuchen. Hat nämlich schon *Hertz*, ausgehend von seiner Massedefinition (Masse hat nur das Merkmal eindeutiger raumzeitlicher Bestimmtheit), alle Naturerscheinungen auf Bewegungen materieller Systeme zurückgeführt und damit dem Sinn von „Erklärung" den neuen Wert gegeben, daß eine Erscheinung dann als erklärt gelten könne, wenn man sie durch Bewegungsgleichungen darstellen könne, so ist damit doch noch nicht der höchste Wert dieser Zusammenhangsätze erreicht.

Es wäre eigentlich der nackte und absolute *Materialismus*, den zuerst *Descartes* auch unverhohlen aussprach, und der dann eben von *Lagrange*, *Kirchhoff*, *Helmholtz* und *Hertz* als seinen Heroen auf seine denkbar schärfste Formel gebracht wurde, daß durch die Mechanik eine einheitliche Naturerklärung möglich sei. Als Letztes der Natur gelten für sie die Massenpunkte der Systeme und die in Bewegungsgleichungen auflösbaren Zusammenhänge, denen sie unterliegen. Die gesamte Naturwissenschaft wurde dadurch zur angewandten Mechanik. Dadurch waren Natur und Naturwissenschaft auf das schärfste umgrenzt und wie durch eine unübersteigbare Mauer vom Geistesleben und den Geisteswissenschaften abgeschlossen. Jener der Kultur so überaus schädliche Zustand war damit hergestellt, der die materialistisch-mechanistisch gesinnten Naturforscher selbstzufrieden auf ihren Erfolgen ruhen ließ, wenn eine Erscheinung auf mathematische Formeln zurückgeführt war, und sie den seelischen Erscheinungen, ja auch nur den teleologischen Zusammenhängen gegenüber mit dem Gefühl der Pflichterfüllung erklären ließ, ihre Beachtung und Erforschung lehnen wir

ab, „das ist nicht unser Fach“, denn das ist nicht Naturwissenschaft. Und dabei war es schon vor einem Menschenalter *W. Wundt* in seiner Logik klar, daß die mechanischen Gesetze selbst, s. z. B. das von der Erhaltung der Energie, teleologisch seien, weil ja, wie er sich ausdrückt, „der Gedanke der Erhaltung schon notwendig den des Zweckes in sich schließt“, eine Teleologie, die übrigens ebenso auch für das Kräfteparallelogramm (s. die obige Formulierung) oder das *Hamilton*'sche Prinzip, beziehungsweise das des kleinsten Kraftmaßes gilt. Der Zweck, die Teleologie aus der Naturwissenschaft auszuschließen, war also ohnedies nicht erreicht.

Das alles kam von der völlig willkürlichen Einschränkung der Mechanik auf Systeme von Massenpunkten, die zur Einengung des Naturbegriffes auf solche materielle Systeme führte. Man merkte gar nicht das in den vorstehenden Zeilen wiederholt und als selbstverständlich Betonte, *daß die mechanischen Gesetze nicht bloß die „Punktsysteme“ regieren, sondern eine Zusammenhangslehre allgemeinster Art sind. Alle Systeme, seien sie nun homogener oder komplexer Natur, also alle Mannigfaltigkeiten und Vielheiten von Teilen werden durch sie in ihrem Bestande gesichert.* Das gilt für alles, was sich als Vielheit fassen läßt, vor allem auch für die menschlichen Vorstellungen. Aus der Biozentrik heraus muß schon diese Regelung aller Zusammenhänge anerkannt, und die Gültigkeit der Mechanik als einer Panmechanik auch für die Geisteswissenschaften angenommen werden.

Nur mißverstehe man mich nicht. Wir haben keine andere Möglichkeit, die Besonderheiten von komplexen Systemen, genauer ausgedrückt, den Begriff des Seins anders zu erfassen, als durch das Trägheits-, Kreislauf-, Funktions-, Optimum-, Wechselwirkung-, kleinstes Kraftmaß- usf. Prinzip und sind daher gezwungen, sie einheitlich auf unsere seelischen Leistungen und natürlichen Erfahrungen anzuwenden, wenn sich beide decken und reibungslos aufeinander anwenden lassen sollen. In der Beschaffenheit unseres Intellekts ist diese Mechanik begründet; er, der auch die Lebenserfahrung aus dem Komplex des „Seienden“ so selektiert, daß nur mechanisch geordnete, komplexe Systeme für uns erkennbar sind, funktioniert auch als Schöpfer nur nach seinem, nämlich nach dem Gesetz der Mechanik.

Das ist ein Schritt über *Hertz* und *Mach* hinaus, und er kann nicht getan werden ohne eine Schleppe weitreichender und in die gesamte Kultur eingreifender Folgen. Denn auf einmal ordnen sich nun lange Reihen von Begriffen verständlich, aber in neuer Ordnung. Denn, wenn die Mechanik der Moleküle das ist, was man gemeinhin Physik nennt, so ist die Mechanik des Atombegriffs der Umfang der Chemie als eines Teiles der Physik. Mechanik der Schichten liefert die Tektonik, Mechanik der Raumgitterelemente ist die Kristallotik, Mechanik der Himmelskörper ist Astronomie, Mechanik der Zahlen ist Mathematik, Mechanik der Soldaten ist Strategie und Taktik, die der Menschenmasse die eigentliche Staatswissenschaft; Mechanik der Ge-

danken heißt Logik, die der Rechtsbegriffe ist Jurisprudenz, die des Geldes ist Wirtschaftslehre, die der Töne ist Musik. Eine Panmechanik ist der Weltprozeß.

Natürlich gehen alle die genannten Kulturleistungen und Naturwissenschaften über die bloße Verwirklichung der mechanischen Prinzipe hinaus, *aber den Weltgesetzen entsprechen sie* — und das ist es, worauf es mir ankommt — *nur so weit, als sie Mechanik in sich enthalten.* Und so weit sind sie auch mathematisch faßbar.*) [50]) Sie alle handeln so wie alles Lebende. Sie wenden selbst Mechanik an, um ihr Dasein dem Optimum näher zu führen. Und mitten unter ihnen tut das auch der Mensch. *Es haben eben nicht bloß die Organismen ihre „Biotechnik", sondern auch er hat seine Technik; nicht nur sie haben teleologisch geregelte Antwortsreaktionen auf ihre Sinneswahrnehmungen, sondern auch er hat seinen Verstand; nicht nur sie haben Gemeinschaften und Künste, sondern auch er hat sein Staatsleben und seine Zivilisation. Aber alle Leistungen bei Zelle, Pflanze, Tier und Mensch sind unterworfen den großen mechanischen Gesetzen, die ihnen Wirkung und Dauer sichern, wenn sie befolgt werden, sie aber der Zerreibung und Haltlosigkeit ausliefern, wenn eine Vielheit sich anders zu regeln versuchte, als nach diesem Zusammenhangsschema, das nicht deswegen wirkt, weil es gut ist, sondern das eben die einzige Möglichkeit ist, durch die eine gute Wirkung zustande kommen kann.*

Da ist ein großer gemeinschaftlicher Gesichtspunkt gewonnen, unter dem Natur und Kultur zur Einheit zusammenfließt und durch den die uralte, dem Optimum des Menschen unsagbar schädliche Trennung und das Sichnichtkennen und Nichtverstehen von Natur- und Geisteswissenschaften endlich einmal einer objektiven einheitlichen Betrachtungsweise weicht. Eine neue biozentrische Einstellung für das Erleben (eine biozentrische Kulturwissenschaft) ersteht damit, wie sie *Comte* und *Spencer, Häckel* und auch *Spengler* neuestens [51]) wohl geahnt und angestrebt haben, die aber bisher nur geringe Überzeugungskraft besaß, weil sie nur auf Ähnlichkeiten, auf Analogien, nicht aber auf zwingender Logik aufgebaut war. Es ist etwas

*) Eingesehen hat man das für Naturwissenschaften längst und, seitdem *Laplace* seine berühmte *Mécanique céleste* geschaffen hat, wurde es immer mehr das ausgesprochene Ideal aller Naturwissenschaftler, in ihrer Disziplin so viel Mechanik und Mathematik als nur möglich anwenden zu können. Man schwelgte in den Begriffen Entwicklungsmechanik und Mechanismus des Lebens, auch Mechanismus des Geisteslebens bis zur völligen Verkennung dessen, daß alle Mechanik in dem Maße mehr unter der Herrschaft biologischer Beziehungen steht, als die Komplexe, die von ihr geregelt werden, mehr Analogien zum Menschen aufweisen. Man hatte sich dermaßen hineingedacht in eine Maschinentheorie des Lebens, daß es *H. Driesch* und seinen Bundesgenossen einen langen und zähen Kampf kostete, ihre Zeitgenossen zu überzeugen, daß die lebenden Maschinen nicht bloß mechanischen Gesetzen folgen, sondern auch durch teleologische Zusammenhänge geregelt sind.

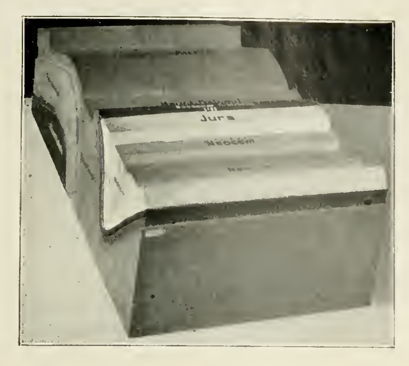


Abb. 52. Modell zur Erklärung der Faltung der Gesteinsschichten

Jura- und Kreideschichten sind in Hauptdolomit eingefaltet und bilden eine „Mulde"; im hinteren Teil des Modells bilden die „Raiblerschichten" einen „Sattel", der auf dem Wettersteinkalk aufliegt. (Vgl. Abb. 54.)
Original im Deutschen Museum zu München



Abb. 53. Die verworfenen Schollen der Abbildung 54 sind durch die Erosion zerschnitten

Original im Deutschen Museum zu München

Abb. 52—54. Die Entstehung des Gebirgsreliefs in den vier Phasen der Schichtung, Faltung, Verwerfung und Erodierung



Abb. 54. Verwerfung von Gesteinsschichten in der Längs- und Querrichtung

An der Querverwerfung ist im linken Bild die Scholle B in die Tiefe gesunken (vgl. dazu Abb. 52, die die gleiche Sachlage ohne Verwerfung darstellt). Original im Deutschen Museum zu München

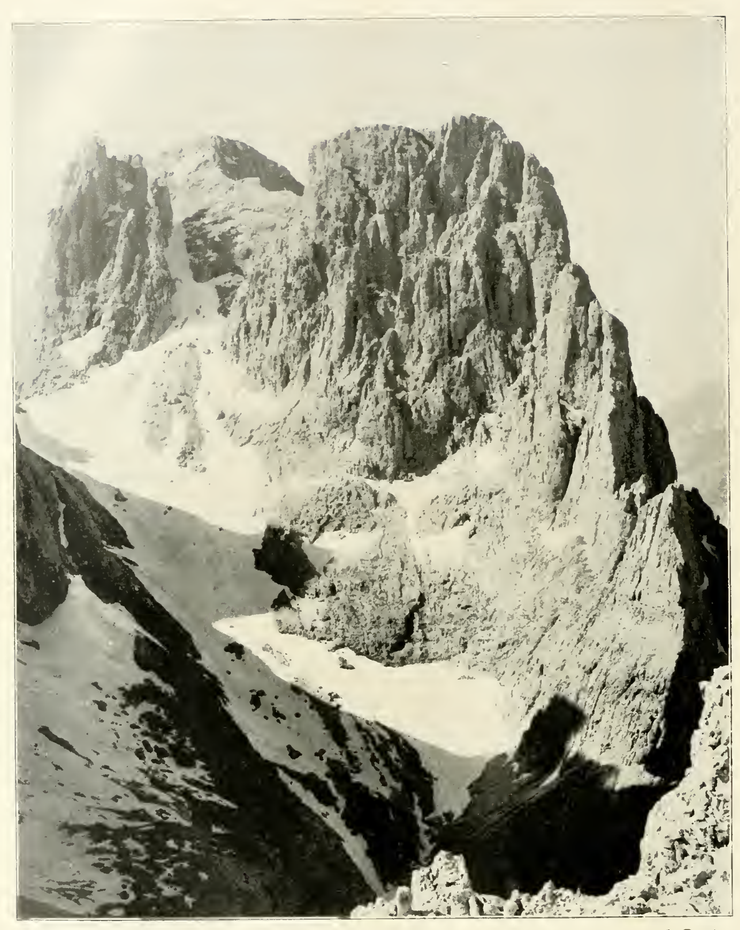


Abb. 55. Die Erscheinungen der Gebirgsabtragung: Zerklüftung, Grat- und Gratturmbildung, Entstehung von Kaminen, Schuttreißen, Aussiebung des Gerölles, Selektion der Gipfel, Talbildung

Motiv aus der Palagruppe in den Südalpen. Der Campanile di Val di Roda von der Croda da Pala. Originalaufnahme

ganz anderes, wenn es heißt, die Staaten der Tiere sollen unser Vorbild sein, denn wir sind doch auch eine Tiergattung, wie im besten Fall die Argumentation der Genannten lautet, als wenn die Formel so gestellt wird: Dem einheitlichen Gesetz, nach dem allein wir leben können, müssen auch unsere Werke folgen, sollen sie nicht in stetem Gegensatz und Reibung zur gesamten übrigen Welt stehen und dadurch zu einer Quelle der Disharmonie werden, die unsere Gesamtleistung mindert. Man muß also die Weltgesetze erforschen, um die Gesetze unserer Werke ihnen angleichen zu können!

In der Sprache der Mechanik gesagt: der Teil eines Systems muß sich, wenn er sich nicht in seinem System zerreiben soll, den Gesetzen dieses Ganzen einordnen. Oder in der Spruchweisheit der objektiven Philosophie wieder als der Satz, mit dem ich die Menschheit allerorten ständig umstellen möchte, den man an jedem Rathaus und Parlament, an jeder Schule und jeder Kirche und an jedem Vergnügungsort anbringen sollte: *Man kann nicht richtig leben, wenn man die Gesetze der Welt nicht kennt.* Diese neue Kulturwissenschaft wird genau so, wie sie Maschinen der Organismen und Maschinen der Menschen miteinander verglichen hat, auch dazu kommen, die Leistungen der Pflanzen, Tiere und Menschen in der Organisation von Vielheiten, im ethischen Verhalten, in der Gesamtlebenseinrichtung miteinander zu vergleichen, nicht wie etwa naives Mißverständnis glauben kann, damit der Mensch die Tiere nachahme, sondern um festzustellen, ob es verschiedene Methoden darin gibt, und wenn ja, welche von diesen die *optimale* ist.

Diese Arbeit ist nun freilich nicht die Aufgabe eines Werkes, das der Feststellung der Weltgesetze gewidmet ist — handelt es sich doch dabei nur um die Anwendung dieser Gesetze auf die kulturellen Leistungen — es gehört daher in den Komplex, den ich in diesem Werke wiederholt mit dem Namen: Gesetze des Schaffens umgrenzt habe. Freilich, die Wissenschaft der nach uns Kommenden wird nicht umhin können, die natur- und die menschengeschaffenen Werke gleich einheitlich und untrennbar zu behandeln, und wird die Trennungslinie Natur- und Geisteswissenschaft ebenso auslöschen, wie unser Geschlecht die Scheidewände zwischen dem Tier- und Pflanzenreich niedergerissen hat. Wir aber, die wir erst die Methoden des neuen Denkens feststellen, können das noch nicht vollziehen, ohne die Geister zu verwirren. Denn noch sind sie spezialisiert, und tatsächlich würde ein erheblicher Teil der philologisch-historisch Gebildeten die Sprache der Naturdinge in unseren Ausführungen nicht verstehen, wohl auch umgekehrt. Diese rein wirkungspädagogische Erwägung hindert mich daran, hier nun, wie es eigentlich vom logischen Fluß der Gedanken gefordert würde, in einen Beweisgang einzutreten, der nacheinander an den Verbindungen der Atome, den Faltungen, den Sätteln, Mulden, Synklinalen, an überkippten, geschleppten und verworfenen Gesteinsschichten (Abb. 52/54)

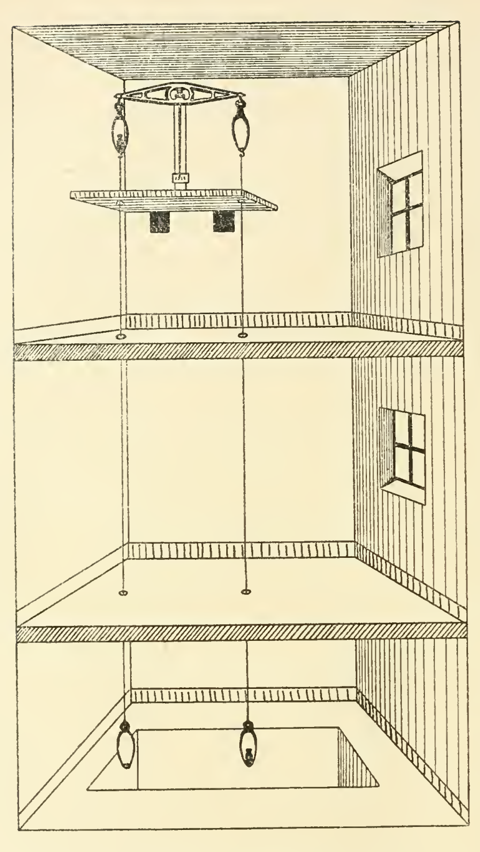


Abb. 56. Die Wage zeigt an, daß die gleiche Masse oben im Hause ein anderes Gewicht besitzt als unten im Keller (Jolly'scher Versuch). Dadurch ergibt sich bei einer Höhendifferenz von 5,3 m und 1 kg Gewicht bereits 1,51 Milligramm Differenz als Zeichen dessen, daß jedes Gewicht vom Ort abhängig, also relativ ist. Durch das Anbringen einer Bleikugel unter dem untern Gewicht läßt sich dieses noch vermehren. Das Gewicht ist also auch von der Umwelt abhängig. Relativität der Schwerkraft. (Nach Graetz.)

die mechanischen Grundgesetze von Masse, Trägheit, Wechselwirkung, der Erhaltung der Energie usw. zeigt und dadurch beweist, daß die großen Sätze der Tektonik und der Stereochemie nichts anderes denn die mechanischen Prinzipien angewandt auf die Atome und Gesteine sind. So wie der Identitätssatz der Mathematik (a = a), die Gleichungstransformationen, die Tatsachen der Gravitation am Himmel, die von *Newton* gelöste Aufgabe des *Jak. Bernouilli* über die *Brachistochrone*, d. h. die Linie der kürzesten Fallzeit, nichts als andere Ausdrucksformen der mechanischen Weltgesetze sind.

Wenn Napoleon in seiner Kriegführung das Prinzip zum Siege brachte und es bei Austerlitz und Wagram ebenso glänzend bewies wie durch sein späteres Versagen und die Niederlagen von Leipzig und Waterloo, die so, wenn auch in negativem Sinn, bestätigen, daß man möglichst starke Massen dem Feind gegenüberstellen muß, ein Sieg nur durch Anwendung aktiver Energie, nämlich durch eine Offensive zu erringen sei, so tat er mit dieser bewährten und darum seitdem in die gesamte Kriegführung übergegangenen Strategie nichts anderes, als daß er dem mechanischen Weltgesetz auf seinem Gebiet zum Durchbruch verhalf, eine Denkungsart, die bei der Er-

örterung der *Hindenburg'*schen Zangentaktik gelegentlich der Schlacht von Tannenberg bis in das letzte deutsche Dörfchen drang. Natürlich hat die Kriegführung, genau so wie jede andere „Schule", auch eine Fülle von Prinzipien hervorgebracht und erprobt, die sich mit den mechanischen Gesetzen nicht decken.*) Sie hat zur Zeit der Lenkung der deutschen Reichskriege durch den Wiener Hof die Institution des Reichskriegsrates ins Leben gerufen, der taktische Fragen brieflich entschied. Und sie hat natürlich damit die Erfahrung gemacht, daß Österreich Jahrhunderte hindurch sprichwörtlich immer besiegt und der Begriff Reichskriegsrat zum Gegenstand des Gespöttes wurde. Oder sie hat im byzantinischen Spätreich den Männern die Waffenübung, also die Energieentfaltung, untersagt und bei dem Türkeneinfall dennoch geglaubt, Energie entfalten zu können. Tatsächlich haben dann die Männer von Byzanz Weiberkleider angezogen, um nicht kämpfen zu müssen.

Wenn die klassische Nationalökonomie von dem freien Spiel natürlicher Gesetze das Optimum und die Harmonie aller wirtschaftlichen Interessen erwartet und wenn sich dieser „Manchesterschule" *Fr. Lists* System der nationalen Wirtschaft und die *sozialistische Theorie* mit dem Glauben gegenübergestellt haben, daß die Rechtsordnung nicht das Ergebnis freien naturgesetzlichen Kräftespiels sei[52]), so läßt sich hierüber der Entscheid innerhalb der Volkswirtschaftslehre niemals fällen. Denn objektiver Richter darüber ist allein die Wirklichkeit der Welt: das Sein, wie es sich gefügt hat. Die „nationale Absperrung" trägt stets den Todeskeim alles wirtschaftlichen Gedeihens, die Kriegsdrohung in sich, und die willkürliche „Rechtsordnung" des rein marxistisch regierten Sowjetrußland führte zum vollen Gegensatz jedes Wirtschaftsgedeihens. Beide nationalökonomischen Richtungen können sich aber auch auf keines der Weltgesetze stützen, als deren Vollstrecker sie sich fühlen; ihre Stützen sind die Doktrinen *Hegels*, der mit vollem Bewußtsein die Unabhängigkeit des Menschen von der Welt proklamiert.

Man untersuche die Wege des Waren- und Geldverkehrs auf die in ihnen am wirksamsten sich äußernden Prinzipien, und man wird die Anziehungskraft der großen Zentren, das Bestreben den kürzesten Weg einzuschlagen, den Austausch von Wirkung und Gegenwirkung, die raumzeitliche Einordnung als typischen Weg, bei widerstrebenden Einflüssen den des Kräfteparallelogramms, kurz alle Prinzipien der Mechanik darin wiederfinden. Ein Kaufmann versuche ihnen entgegenzuarbeiten, er versuche nur, nicht in

---

*) Die logischen Anwendungen der Mechanik auf allen Gebieten menschlicher Betätigung sind noch niemals systematisch durchdacht worden. Es fehlt daher, bevor dies geschieht, an dem praktischen Beweismaterial, daß *nur* die Verwirklichung der Weltgesetze das Haltbare und Gesicherte an den wissenschaftlichen und künstlerischen Behauptungen bedeutet, so naheliegend und selbstverständlich dieser Satz einem einsichtigen Kopfe auch sein mag.

allem den Weg des geringsten Widerstandes, nicht den der Maximalarbeit, des Gesetzes von Actio und Reactio (es ist der des do ut des) einzuschlagen, und seine Bilanz wird ihn auf das Nachhaltigste belehren, wie viel Ursache er hat, sich auf das Genaueste mit den Weltgesetzen vertraut zu machen, die von seinem Standpunkt aus nichts als eine optimale Anleitung sind zur besten Art, Geschäfte zu machen. In eine vollständige Analyse der Zivilisation müßten diese Gedanken münden, wollte man mehr tun als nur gerade auf sie hindeuten, und schon dadurch würde ihre Erörterung den wahren Zweck dieses Werkes zerstören.[53])

Was hier vorläufig genügt, das ist, gezeigt und auch verständlich gemacht zu haben, daß die Weltvorstellung, der Bios, ein komplexes System ist, in dem im Großen ebenfalls dieselben Beziehungsregelungen herrschen, wie in dem so gut durchforschten komplexen System der materiellen Punktsysteme.

Nicht die „Welt" ist Mechanik, sondern Mechanik ist nur die Regelung der Weltfunktionen vom Kleinsten bis ins Größte auf allen Integrationsstufen. Daher können mechanische Gesetze auch niemals etwas über die Weltursache, die Ursache der Erscheinungen aussagen, wie der Materialismus fälschlich geglaubt hat. Die mechanischen Gesetze sind vielmehr nur Aussagen über unser Innengesetz, das durch Mechanik umschrieben wird und die Ursache ist, warum alles nur in diesen Formen erlebt und geschaffen wird. Alle bekannten sechs Gruppen seelischer Erlebnisse: Empfinden, Vorstellen, Denken, Fühlen, Triebe und Wollen und die aus ihnen hervorgehenden Leistungen sind nur Zustände eines Ichs, dessen Funktionieren in der durch die mechanischen Gesetze normierten Weise vor sich geht. Diese Erkenntnis ist der sichere Weg, um „weltgemäß" (die theologische Anschauung würde sagen: gottgefällig, d. h. reibungslos) leben zu können. In der Theorie der komplexen Systeme liegt der Schlüssel, damit der Mensch sein erlebtes Sein vollständig erfüllen lerne, daß er ganz der werden kann, der er eigentlich ist.

*

Damit schließt erst endgültig die Analyse des Funktionsgesetzes, und die letzten Perspektiven bis zum Rande dessen, was uns als Welterkenntnis zugänglich ist, tun sich auf. Das Problem der objektiven Philosophie hat nach den vorangegangenen Erörterungen damit die folgende Form:

Die einzige haltbare Erfahrungsgrundlage ist, daß unser Erleben (Weltbild) aus verschiedenartigen Teilen aufgebaut ist. Es ist ein komplexes System. Es gibt also ein Verhältnis zwischen dem Ganzen und seinen Teilen. Welcher Art ist das? Ein Verhältnis von Wirkungen und Gegenwirkungen. Die Teile beeinflussen sich; das All beeinflußt die Teile. Demgegenüber sehen wir uns genötigt, die Teile, um sie als solche im Sein erfassen zu können, als Individuen zu fassen. (Ursache der Singulation.) Erleben wir ja doch nicht eine wirkliche Welt, sondern nur eine durch die Organisation

unseres Körpers bestimmte Scheinwelt. Diese Individuen haben gesetzmäßig nur eine Form, die, welche eben ihrem Wesen entspricht (Identitätsform), und die bei „Bewegungen" (Verschiebungen des Systems) zur Wiederherstellung der Ruhelage sich ändert. Diese Änderungen sind die Prozesse.

Die Prozesse ruhen nicht, bis nicht ein Ausgleich erreicht ist, und sie erreichen das erfahrungsgemäß (Parallelogramm der Kräfte!) auf dem bestmöglichen (optimalen) Wege, weil jeder andere immer wieder Störungen auslöst, zwangsläufig die entstehenden Formen immer wieder zerstört, bis eben die optimale Form erreicht wird. Die Störungen bewirken also eine stete Transmutation zu ihrem Ausgleich, die als *Entwicklung* erscheint, ohne daß aber durch sie etwas Neues ins Sein gesetzt wird. Dagegen geht aus der steten gegenseitigen Störung allmählich die optimale Form hervor, so daß dadurch stets eine *Weltselektion*, die das Optimale übrig läßt, im Gange ist. Die Prozesse vollziehen sich nun im Rahmen des kleinsten Kraftmaßes, das untrennbar zum Optimum gehört, als kürzeste Prozesse *(Prinzip des kleinsten Zwanges [Minimumprinzip])*. Daß sie selektiv zum kürzesten Prozeß werden, ist ihr Gesetz. Dadurch sondern sich überhaupt *Weltgesetze* aus, wie aus dem kleinsten Widerstand gegenüber der Identitätsherstellung die *Formen der Welt* (auch natürlich die *Naturformen*), die stets Funktionsformen in mechanischem Sinn, also technische Formen sind. (Vgl. Bd. I S. 88.)

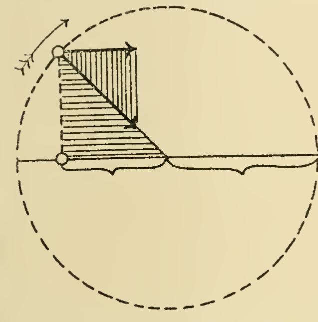


Abb. 57. Schema der harmonischen Bewegung. Näheres siehe Anmerkung 58.

Dadurch geht die Welt auf jeder Integrationsstufe und diese alle zusammen einem Zustand vollständiger Ausgleichungen entgegen, einer *Harmonie*, die im einzelnen auf jeder Stufe (wenn sie sich einmal eingestellt hat) zwar zerstört wird, falls die Oberstufe die Harmonie noch nicht erreicht hat, die aber doch unverkennbar der Endzustand ist, durch den allein wir Dauer begreifen können.

Alles Sein, in jeder seiner Integrationsstufen, mit jeder seiner Funktionen drängt zur vollen Entfaltung, nämlich zu seinem Optimum. Das ist es, was man in der Terminologie des Hegelismus Entwicklung nannte. Aber dieser Prozeß ist nur innerhalb eines gewissen Rahmens möglich, nämlich bestimmt durch Selektion und das kleinste Kraftmaß. Und bewahrt wird das Sein nur durch die Harmonie. Das Disharmonische drängt sonst immer wieder zu neuem Geschehen.

Die Anwendung des Optimumgesetzes auf das Sein führt zu den Tatsachen der Selektion. Die Anwendung des Optimumgesetzes auf die

Funktion leitet zum kleinsten Kraftmaß, weil dieses das Optimum der Funktion ist.

Harmonie aber ist das oberste der großen Weltgesetze, weil Harmonie auch das Maßverhältnis von Sein, Integration, Funktion, Optimum, Selektion und kleinstem Kraftmaß bestimmt, wodurch allein die Dauer hergestellt wird.

So ist auch zwangsmäßig die Abrundung dieses Werkes nicht in unser Ermessen und Belieben gestellt, sondern vorgezeichnet und aus den Grundlagen gegeben. *Die Theorie der komplexen Systeme fordert, daß Entwicklungen im System laufen, also kein konstantes System denkbar ist, bevor nicht die Funktionen seiner Teile bestmöglich entfaltet sind, also das Optimum der Funktionen erreicht ist. Darum sehen wir, wie jedes Sein in allen Seinsstufen zum Optimum, d. h. dem vollen Sein drängt.*

Diese Entfaltung zum Optimum ist aber nur in einer bestimmten Folge möglich. Durch Zerstörung der nicht optimalen Seinsformen (Selektion) reduziert sich der Prozeß auf den geringsten Widerstand. Aber auch die optimalen Systeme kämpfen untereinander, bis ihr Gleichgewicht hergestellt wird: das Optimum der optimalen Systeme, das man Harmonie nennt. Die Rangordnung der weitern Probleme lautet demnach: 1. Optimumgesetz (Entwicklung). 2. Selektion. 3. Gesetz des kleinsten Widerstandes. 4. Harmonie. Finden wir diese Erscheinungen wirklich im gesamten Bereich des Bios, wie wir Sein, Integration und Funktion darin gefunden haben, dann sind sie Weltgesetze, und auch der Mensch muß ihnen folgen. Wir werden unsere Lebensordnung dann aus ihnen ableiten.

Die Vorfragen des Optimumgesetzes.

Optimum übersetzt sich mit dem Ausdruck: das Bestmöglichste und betont in dem allerdings schwerfälligen und darum nicht geeigneten Wort besser als im Lateinischen das Relativistische dieses Begriffes, der ohne Bezugssetzung keinen Sinn hat. Schon dadurch verrät sich, daß er ein eminent biologischer Begriff ist, worin auch seine wahre historische Wurzel steckt. Optimum ist die verkörperte Physiologie, und, wenn auch der philosophische Vater des Gedankens von der bestmöglichen Welt *Leibniz* mit seiner „Theodicee“ ist, so steckt dahinter dennoch Physiologie trotz des scheinbar metaphysisch-theologischen Gewandes. Denn was soll es einen anderen als einen Lebenssinn haben, wenn *Leibniz* sagt: Gott habe unter allen möglichen Welten die beste dadurch verwirklicht, daß er die Unvollkommenheit, sowohl das metaphysische, wie physische und moralische Übel zum Vehikel der Besserung machte. Das Böse ist doch nur Abwesenheit des Vollkommenen, eine Notwendigkeit, welche die Harmonie der Monaden und damit des Universums nicht hindern kann, dafür die Entwicklung auslöst, die zum Vollkommenen führen muß. Man sieht, wie in den *Leibniz*'schen Gedankengängen dem

Menschenleben die Tendenz zum Optimum seiner Artung genau so zugeschrieben wird, wie von der modernen Physologie. Es war daher auch nur logisch, daß diese Idee zu ihrem Ausgangspunkt zurückfand. Bekanntlich beherrschte der durch sie geschaffene *Optimismus* die Geister während des ganzen Aufklärungszeitalters; er ist der Urheber des Glaubens an das Gute und Vollkommene im Menschen bei *Herder* und *Rousseau*, auch bei *Kant*, wo das Optimum als Sieg der Vernunft über das rein Natürliche aufgefaßt ist. In allen diesen Geistern und den von ihnen beherrschten Zeiten wirkt er als Fortschrittsglauben, der dann als Tendenz sowohl auf die Sozialisten *(Saint-Simon)* wie durch deren Vermittlung auf *Comte*, die Engländer *Darwin*, *Spencer* und somit *Häckel* und *Huxley* überging, die dann zu den Fanatikern des Entwicklungsglaubens wurden.

Die wahre Grundlage, auf die sich das alles reduziert, ist das Erlebnis, daß jeder Prozeß des Organismus nicht maßlos weiter drängt, bis er dem Organismus schadet, sondern sich rechtzeitig auf ein gewisses Mittelmaß einstellt, das ihn in Harmonie mit den anderen Funktionen erhält, wobei der Maßstab in der Lebensfähigkeit des ganzen Organismus gegeben ist. Das Optimum wird durch den physiologischen Prozeß zwar nicht immer erreicht, wohl aber immer angestrebt. Jeder physiologische Prozeß ist *optimoklin.*

Das bekannteste Beispiel hierfür hat der Forschung von je die Pflanzenwelt und die niedere Tierwelt geboten. Ist ein Pflanzenteil in dauernden Schatten geraten, so daß seine Blattgrünapparatur nicht vollbeschäftigt ist, dann löst diese Sachlage Wachstumsentwicklungen aus. Der betreffende Sproß oder Keimling „vergeilt". Das heißt, er bleibt nicht nur bleich und von einer gewissen schlaffen Beschaffenheit durch die mangelnde Funktion, sondern beginnt übermäßig zu wachsen. Und zwar nicht nur in dem Rahmen seiner ursprünglich vorgesehenen Gesetzlichkeit, sondern auch *phototrop*, worunter die Tatsache verstanden ist, daß er sich über die Intensität verschiedener Lichtquellen, ebenso über deren Einfallswinkel und Richtung orientieren kann. Die Pflanze wächst nämlich in der „bestmöglichen" Richtung, dort angelangt setzen in ihr neue Prozesse ein: Ein bestimmt gerichtetes Wachstum der Blattstiele an gewissen Stellen, wodurch die Blattspreite eine Drehung ausführt, die ihre Hauptfläche in einem Winkel von 90° gegen die Richtung der Lichtstrahlen (also in optimale Lage) bringt (Abb. 36). Damit nicht genug, verlassen nun innerhalb der Zellen der Blattspreite die Blattgrünkörner ihre Lage und wandern aktiv wieder in einer dem Optimumgesetz entsprechenden Weise. An den Laubbäumen kann man diese Vorgänge in feinster Abstufung jederzeit beobachten. Die Äste richten sich mit ihrem Wachstum bereits nach dem Optimum des Lichteinfalls, die kleineren Zweige füllen die großen Lücken, die das Stockwerk des über ihnen noch stehenden Laubwerkes läßt, die Einzelblätter werden vom Wachstum ihrer Stiele in jeden noch verbleibenden Lichtwinkel geschoben. Vom größten bis ins kleinste beherrscht das Optimumgesetz den Wuchs der Bäume.

Dort aber — und gerade darin zeigt sich seine durchgängige Gültigkeit — wo die Lichtmenge das optimale Bedürfnis übersteigt, setzen wieder Bewegungen, also Prozesse ein. Änderlingsalgen, die man im Dunklen gehalten hat und einseitig beleuchtet, eilen ins Licht. Geraten sie aber in zu grelles Licht, machen sie kehrt und fliehen ebenso intensiv. Nur in einem gewissen Lichtoptimum sammeln sie sich an. Da man dies Aufsuchen einer optimalen Lage *Tropismus* nennt, spricht man in diesem Fall von einer Umkehr des Phototropismus vom Positiven ins Negative. Die wahre Ursache der Erscheinung ist, daß das Optimumgesetz auch in der Chemie gilt. Das Chlorophyll arbeitet ebensowenig richtig unter der Mechanik von Wellen, für die es nicht abgestimmt ist, wie bei ungenügenden oder übermäßigen Lichtquanten; sein Arbeitsmaximum liefert es nur bei einem qualitativen wie Mengenoptimum, seine Funktion beginnt überhaupt erst bei gewissen Näherungswerten um dieses herum.

Genau das gleiche erkennt man an allen Tropismen der Pflanzen und der Tiere (vgl. Abb. 58). Sie sind das *Mittel*, der *Prozeß*, der in Gang gesetzt wird, um das Optimum zu erreichen. Der Polyp, der seine Funktionen optimal nur bei einer gewissen Einstellung zum Licht ausführen kann, kriecht durch ein ihn daran hinderndes Sieb ohne weiteres durch; dreht man ihn um, beginnt er sofort neue optimokline Bewegungen, wodurch das merkwürdige Bild der Abbildung 58 zustande kam. Nur wenn das Optimum erreicht ist, dann hören die Prozesse auf, die Bewegungen von Pflanze und Tier werden sistiert, der Ruhezustand tritt ein.

Die Tropismen vollziehen sich nicht immer so einfach; es gibt zusammengesetzte, automatisch ausgelöste, vererbbare, die *Reflexe* genannt werden; es gibt Reflexketten und von da über die Instinkte bis zu den bewußten Handlungen eine nirgends abreißende, sondern sich von einem auf das andere bauende Komplikation von Reizbeantwortungen, die alle zielstrebiger, finaler Natur sind und niemals etwas anderes erstreben und auch erzielen, als das jeweilige Optimum im stets wechselnden Getriebe der Lebensbedingungen. *Auch auf diesem Wege läßt sich ein Verständnis anbahnen, wozu die Organismen Tropismen, Sinnesorgane, Reflexzentren, Ganglien, ein Gehirn und die Denkfunktion besitzen und was die Rolle des Menschengeistes für den Menschen ist.* Was wir schon im Rahmen der Biotechnik sahen, wiederholt sich hier. Kann das alles etwas anderes sein, als die technischen Hilfsmittel und die Funktion, um in der stets wechselnden Lebenslage jeweils die bestmögliche Einstellung, das Optimum zu erreichen?

Was die objektive Philosophie auf anderem Wege erkannt hat, findet damit wieder Bestätigung. Der Intellekt hat deshalb keine Fähigkeiten zur *absoluten* Erkenntnis, sondern muß alles relativistisch erkennen, weil er eben nur biologische Zwecke hat. Nicht zur Welterkenntnis dient es, sondern nur *zur Orientierung in der Welt.* Seine Grenzen sind dort, wo die Lebensinteressen des Menschen die ihrigen haben.[54])

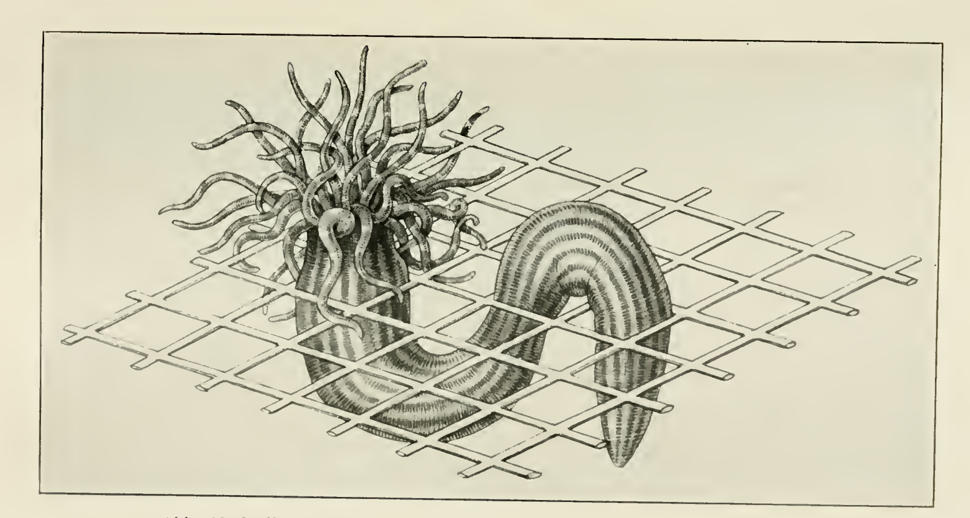


Abb. 58. Heliotropismus an einem Polypen nach dem Versuch von J. Loeb

Das Tier wurde mit dem Gitter zugedeckt und kroch unter dem Einfluß des Lichtes durch dessen Maschen, welcher Vorgang verschiedentlich durch Umkehren des Gitters wiederholt wurde. Originalzeichnung



Abb. 59. Die Erscheinungen der Erosion an einem Modell. Erstes Stadium. Erster Beginn der Talbildung

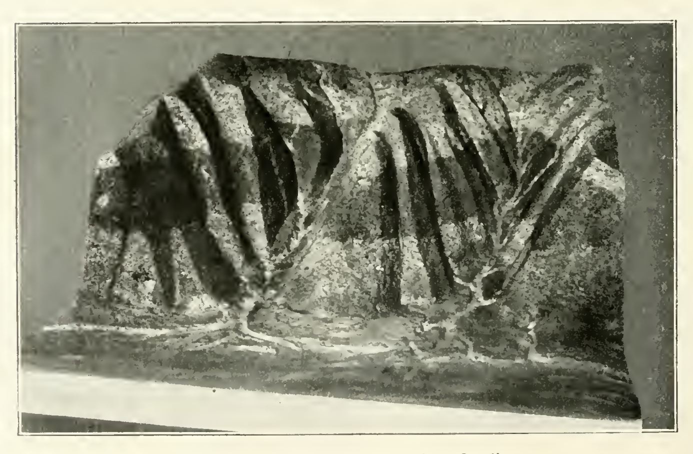


Abb. 60. Die Erosion. Zweites Stadium

Fortgeschrittene Erosion mit Haupt- und Seitenabbildungen. Das Modell entspricht insofern nicht der Wirklichkeit, als es nur die Tendenz der erodierenden Kräfte, ihr Werk auf dem kürzesten Wege auszuführen, also senkrecht einzuschneiden zeigt, während ihnen in Wirklichkeit das Nachrollen des Gesteins, also die Böschungsbildung im Sinne des Ausgleichs entgegenarbeitet. Berg- und Talformen sind also nur dann so übersteilt, wenn es sich um sehr hartes oder sehr weiches Gestein (Breccie, s. Bd. I Abb. 70) handelt

Ein überragender Gedanke von kolossaler Tragweite ist das, dessen Ausbau Generationen von Forschern und Denkern beschäftigen wird. *Nervenzellen und Gehirn als Organ, der menschliche Intellekt als Mittel zur Erreichung des menschlichen Optimums*[55]), das ist einer der wichtigsten Sätze, den dieses Werk erarbeitet hat. Mit ihm steht und fällt die ganze Bedeutung der objektiven Philosophie. Wer ihn annimmt, nimmt dadurch ein ganzes Kulturprogramm von unermessener Ausdehnung an, einen grundlegenden Standpunkt für die Beurteilung der idealsten wie der realsten Fragen, von der Metaphysik bis zum letzten Handgriff des alltäglichen Lebens. Werte und Ideale haben ihre Rangordnung geändert, die von *Nietzsche* prophezeite und mit der Relativisierung der Moral auch im Sinne der objektiven Philosophie angebahnte „Umwertung aller Werte" hat dann tatsächlich begonnen.

Unverrückbar und felsenfest ist damit der Mensch auf seine Mutter Erde, in die Umwelt, an die er angemessen ist, gestellt. In ihr allein kann er ganz „Mensch" werden, vollkommen, in aller Schönheit, Macht und Harmonie den Begriff „Mensch" ausspannen und damit *sein Optimum*, das höchste Ziel menschlichen Strebens erreichen. Dazu hat er den Verstand, das dunkle wogende Meer der Gefühle in seiner Brust, seine Talente, das tiefste Unterbewußte, das ihn mit dem All verbindet, Intuition und die Begnadigungen des Herzens. Unermeßlich weit aber überspannt ihn nun auch ein Himmel, zu dem er wieder mit vollstem Wissen als „modernster" Mensch vertrauend und gläubig im großen beseligenden Gefühl der endlich wiedergefundenen „Gotteskindschaft" und der Einheit mit dem All aufblicken kann. Was ihm versagt ist, das erfüllen jene Stufen des Weltenbaues, in den er als Atom und Baustein eingeordnet ist, und dessen Gesetz gerade deshalb das seine ist.

Gewiß, er vermag nichts auszusagen über die großen metaphysischen Fragen, über Ursprung und Zweck der Welt, über seine eigene Zukunft nach der Spanne des Lebens, ebensowenig wie es einer Zelle oder gar irgendeinem Molekül in seinem Inneren zukäme, zu wissen von seiner Herkunft oder gar zu bestimmen über seine Taten. Im Kosmischen, in den Weltwelten, den hyperkosmischen Organismen, dort werden die Antworten gegeben vom Weltengeist auf solche Fragen, und ihnen hat der Mensch schweigend, verehrend das Unerforschliche, sich unterzuordnen. Sichtbar ist ihm die Existenz des Weltengeistes als Weltgesetz, sein Gefühl erahnt ihn als das göttliche Prinzip des Seins und wenn er nur sich optimal einfügt in den um ihn gespannten Rahmen Welt, aus dem er durch keinen Tod fallen kann, dann hat er alles getan für alle Zeiten und mag sich auf den großen Kreislauf verlassen, der ihn angemessen dem, was er war, wieder ins Leben und unter Umständen in Höheres bringen muß.

Aus diesem Wissen heraus bildet sich das neue Weltverständnis einer objektiven Philosophie, eine neue Kulturordnung und Lebensregelung, Aufgaben für den inneren und äußeren Menschen, ein hochragender Bau einer neuen

Wissenschaft, einer neuen Technik, einer neuen Kunst, einer neuen Gesellschaftsordnung, einer neuen Ethik, die zu einer Religion von erhabener Tiefe und Ausgeglichenheit, voll unergründlicher Geheimnisse und Tröstungen der Seele leitet. Von allem Guten, das je auf Erden war, nimmt diese neue Lebenslehre für den Menschen das Beste und konserviert es liebe- und verständnisvoll, für alles Leid hat sie Güte, Verständnis und Heilmittel, für seinen höchsten Flug weiß sie Ziele und für sein gesamtes Können einen lockenden, reich, glücklich, gesund machenden Preis: das Optimum.

Indem ich in heilig ernster Stunde diese Sätze niederschreibe, den Blick auf den unendlichen Himmel und den blühenden Garten der Erde darunter gerichtet, bin ich mir wohl bewußt, daß von hier aus eine Umwälzung und Änderung der Menschheit ausgehen wird, die die Jahrtausende nicht zu erschöpfen vermögen, — und ich will nur hoffen, daß wenigstens einiges von diesem Gefühl der felsenfesten Überzeugung und inneren Überwindung des Leides aus diesem Buche auf die übergehen möge, denen ich es als das Vermächtnis einer um ihre Ewigkeit ringenden Menschenseele gebe.

*

Zahllose Organismen handeln optimoklin, ohne ein Gehirn, überhaupt ohne auch nervöse Differenzierungen zu besitzen. Schon im Kreise der Hohltiere besitzen z. B. die wunderbaren Staatsquallen nur mehr ein ganz einfaches, in Ganglien aufgelöstes Nervensystem und die Schwämme gar keines mehr. Ebenso fehlen alle derartigen Einrichtungen den Urtieren (Abb. 23 und Bd. I Abb. 77 und 79) und den Pflanzen in allen Abteilungen ihres weiten Systems mit Ausnahme der Nervenfibrillen, die von *Nemec* und *Fenner,* auch von neueren Forschern seitdem als Verbindung zwischen Sinnes- und Erfolgsorganen nachgewiesen wurden.[56]) Und dennoch ist das Leben aller dieser Wesen ebenso eine Kette von allerdings einfachen Tropismen und Reflexhandlungen, die immer nach dem von *W. Pfeffer* in seiner Pflanzenphysiologie mit aller Schärfe herausgearbeiteten Schema verlaufen, daß das Bedürfnis Prozesse erweckt und beschleunigt, die auf Wiederherstellung des Gleichgewichtes abzielen. Diese Regulationen entspringen den Reizreaktionen, es ist also die Empfindungsfähigkeit, wenn man will, kann man auch sagen die Reizbarkeit der Pflanze und des Plasmas überhaupt das Mittel, durch das die Organismen ihr Optimum erreichen können und durch das die Entwicklungen ausgelöst werden. Mit anderen Worten, auch hier ist *das Seelische das Mittel des Lebens, um zu seinem Optimum zu gelangen.*

Optimoklin ist aber auch das Anorganische, und demgemäß *sieht man überall in der Welt Entwicklungen nach Art der Reizreaktionen, nämlich induziert verlaufen und sofort stillestehen, sowie ihre Ursache befriedigt ist.* Daß dieses finale Geschehen die Physik beherrscht, wurde uns schon bei Ableitung des Kräfteparallelogramms, also eines der ganz grundlegenden Prinzipien der physischen Welt klar, als wir uns davon überzeugten,

daß dieses Prinzip der Zusammensetzung, wie man es auch genannt hat, stets das Optimum des Geschehens[58]) hervorruft. Auch ein fundamentales Prinzip der Chemie, nämlich das der *Maximalarbeit*, fällt mit dem des Optimums zusammen. Seitdem der französische Chemiker *Berthelot*[57]) im dritten Satz seiner grundlegend gewordenen Thermochemie behauptete, daß jede chemische Veränderung die Erzeugung solcher Verbindungen anstrebe, bei denen die meiste Wärme frei wird, die also in Bezug auf chemische Arbeit das Optimum darstellen, haben sich zwar vielerlei Ausnahmen von diesem Gesetz herausgestellt, aber zugleich auch, daß es beim absoluten Nullpunkt der Temperatur vollkommen richtig sei, daß also die vorkommenden Temperaturen eben nur „Störungen" und nicht mehr bedeuten.

Einmal darauf aufmerksam geworden, wird man aber das Optimumgesetz in der physikalischen Welt allerorten wiederfinden. Wem sind im Gebirge nicht schon die prachtvollen Geröllreißen nach Art der in Abbildung 55 wiedergegebenen aufgefallen (vgl. auch Bd. I Abb. 74), in denen, auf das Allerfeinste aussortiert, von unten nach oben die größten Felstrümmer allmählich in feinen Sand übergehen. Diese Trümmerhalden, vom Menschen an Bahndämmen, Bergwerkshalden, bei der Müllabfuhr der Städte nachgeahmt und in ihrer Gesetzlichkeit angewandt, sind ein Produkt des Steinschlages durch die Verwitterung; ihre Form wird durch die Gesetze der Schwerkraft bestimmt, die es festlegen, daß der Böschungswinkel solcher Halden niemals mehr als 45° beträgt. Einmal erreicht, ändert er sich ohne äußeres Zutun nicht mehr. Aber bevor er erreicht ist, überschreitet jede neue Zufuhr von Material die unterwertigen Winkel und steilt sie auf. Greift nun aber, wie man das im Hochgebirge und an alten Flußufern allerorten sehen kann, die Erosion in die Böschung ein und übersteilt sie, dann stürzen die darüber stehenden Blöcke nach, eine „*Talentwicklung*" setzt ein, bis wieder die optimale Böschung erreicht ist. So bildet jeder Fluß sein Tal V-förmig (Abb. 4), wobei die Schenkel des V maximal einen Winkel von 45° beschreiben. Ist das erreicht, dann ist das Tal in der Sprache der Geographen „reif"; bis dorthin „entwickelt" es sich und zwar, wie wir gesehen haben, optimoklin mit der gleichen Teleologie und Umkehr des Geschehens wie bei einem lichtsuchenden Organismus.

Das Optimumgesetz spricht sich auch im „*freien Fall*" aus, für den der kürzeste Weg der senkrechte, also der Winkel von 90° ist. Das ist so gewohnt, daß es selbstverständlich erscheint, während es in Wirklichkeit eine Besonderheit der Welteinrichtung ist. Nichts anderes als der Ausdruck des vorteilhaftesten Geschehens. Ausgeprägt ist das in hundert und aber hundert Formen in der gesamten Welt, in Wasserfällen, Klammen, Felsmauern, Cañons, Stalaktiten und Mauern und Türmen. Hier steckt die Erklärung für die Mühe, die sich der Baumeister gibt mit Richtscheit und Senkblei. Denn nur was senkrecht steht, bleibt stehen und ist noch tragfähig für höhere Aufbauten; was nicht senkrecht steht, ist nicht haltbar.

10*

Die vielen merkwürdigen Lehren der Erdkunde über die *Erosion* und die *Schollenbrüche* gehen alle auf diese wenigen Grundsätze zurück. Unter Erosion (vgl. Abb. 59—60) versteht die Geologie bekanntlich die Tatsache, daß die lebendige Kraft des Wassers den gesamten Verwitterungsschutt ständig wegräumt und dadurch auf alle Höhen des Festlandes ständig abtragend wirkt. Während die Abrasion durch die Schubkräfte die Meeresküsten reinspült, arbeitet die Erosion unter dem Diktat des Fallgesetzes stets optimoklin und sucht den senkrechten Weg in die Tiefe. Sie ruht nicht, bis nicht der Ausgleich erreicht ist. *Kein Geschehen im Kosmos ruht, bis nicht die Ursache, die es ins Leben rief, den Ausgleich mit seiner Wirkung gefunden hat.* Die Vorbedingung der erodierenden Wirkungen sind nun die Sonnenwirkungen auf das Gestein. Die Hitze dehnt die Felsen aus, die nächtliche Abkühlung zieht sie so zusammen, daß Sprünge, feinste Risse entstehen. In den Wüsten, wo die Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht 60—80° betragen, sieht man allenthalben abgesprungene Gesteinsstücke. In einem Wâdi des Sinai sah ich ein Gegenstück zu dem jedem Geologen bekannten Bilde, auf dem ein durch diese Wirkungen wie eine Orange zersprungener, kugeliger Steinblock zu sehen ist. Wo Winterfrost herrscht, vollendet das beim Frieren sich ausdehnende Wasser das Werk der Verwitterung. Dazu kommen die *Lithobionten*[59]), die Gesellschaft der Bakterien, Spaltalgen und Flechten, die jeden an der Luft liegenden Fels besiedeln und chemisch zermürben. So zermorscht wird dadurch der eisenharte Fels, daß wir auf einsamen, selten bestiegenen Gipfeln im Vorderkarwendel an der tiroler Grenze auf Graten durch einfaches Angreifen ganze Steinbauten zum Einsturz brachten. So kommt es zum Steinschlag, der den Schutt am Fuße der Wände anhäuft (vgl. Abb. 55).

Mit diesem Material wirtschaftet die Erosion. Schon oben in der luftigen Höhe wirkt sie durch den Kohlensäuregehalt des Regens lösend auf fast alle Gesteine, namentlich aber auf die kalkhaltigen; tiefer unten verträgt sie mit den Wildbächen und kleineren Rinnsalen bis zu den großen Bergströmen alles gelockerte Material und benutzt dieses selbst als Vehikel, um die kantigen Trümmer zu Geröllen zurecht zu schleifen (vgl. Abb. 6), auch diese zu Kies, Sand und Schlamm zu zerreiben und immer wieder zu verfrachten. Und dazu nagt das Wasser immer in die Tiefe; wo noch ein bißchen Gefälle ist, entfaltet es seine Macht; wo aber alles eben ist, auch da steht es nur oben still, in der Tiefe sickert es immer noch erdwärts und löst an dem Untergrunde. Gar nichts kann dieser Tätigkeit widerstehen; sogar im Granit graben sich Regenrillen ein; bestimmt wird der Wirkungsgrad vom Gefälle und der Weichheit des Gesteins. Die Gesamtmacht ist unermeßlich, denn 30600 Kubikkilometer (à 1000 Millionen Kubikmeter) Wasser fließen jährlich in den Flüssen dem Meere zu, und, wenn trotzdem in der Hochgebirgshöhe von 1800—2400 m die Gebirge durch die Erosion in je 1100 Jahren nur um einen Meter ihrer Gesamthöhe abgetragen wer-

den, so genügt das, um ein Gebirge wie die Alpen in vier Jahrmillionen spurlos von der Erde verschwinden zu machen. Ihr Optimum erreicht die Erosion in den weichen Gesteinen, namentlich im Kalk. Dort sind die berühmten Schaustücke der Alpen, die *Klammen* (Abb. 50) und *Erdpyramiden* (Abb. 44), aber auch im Sandstein nagt sich das Wasser die bizarrsten Türme (Bd. I Abb. 69) und Wandgebilde heraus. Stille steht die Erosion erst in den Ebenen, und eigentlich *wird das Antlitz aller Gebirge von ihr geprägt und damit das Relief des gesamten Festlandes.* Das alles steht also unter der Herrschaft des Optimumgesetzes. Wohin man sieht, fällt der Blick auf die Zeugen seiner Macht. Und daß seine Wirksamkeit im Anorganischen auch nicht denkbar ist, ohne die teleologischen Prinzipien unseres Denkens zu Hilfe zu nehmen, dafür bietet sich im Erfahrungsfeld der Physik ein überwältigendes Beispiel durch den *Lachambre*'schen Reflexionsversuch, das in der Fachliteratur unter dem Namen des *Fermat*schen *Prinzipes der schnellsten Ankunft* bekannt ist.

Dieses *Fermat*'sche *Theorem* ist für die gesamte Optimumfrage des Anorganischen so wichtig, daß man ihm notgedrungen größte Aufmerksamkeit schenken muß. Schon im Jahre 1662 hatte der französische Physiker *Lachambre* bewiesen, daß ein Lichtstrahl bei der Reflexion, um unter Vermittelung des Spiegels von einem Punkt zu einem anderen zu gelangen, *nicht den kürzesten, sondern den zweckmäßigsten,* nämlich jenen Weg wählt, der die kürzeste Zeit braucht. Der französische Bearbeiter des *Diophant, H. Fermat,* zeigte dann, daß auch der gebrochene Strahl den zeitlich kürzesten Weg einschlägt, um von einem Punkt des einen Mediums nach einem vorgeschriebenen Punkt des zweiten Mediums zu gelangen, wenn beide Medien durch eine ebene Fläche getrennt sind. Es liegt also zweifellos hier eine Kundgebung dafür vor, *daß auch das Geschehen der anorganischen Natur für uns nur bei Annahme biozentrischer Vorstellungen ausdeutbar ist;* die schnellste Ankunft wird unter allen Umständen durchgesetzt, wenn es auch nur durch eine besondere Modifikation geht.

Immer sieht man — und dieser Gedanke soll uns nun in die Tiefe des Optimumproblems leiten —, *daß durchgängig in jeder Art von Weltgeschehen, im biologischen wie im anorganischen Haltlosigkeit, Unstabilität herrscht, stets neue Kombinationen auftreten, wenn in einer Beziehungsverkettung nicht die Formel des Optimalen verwirklicht ist.* Diese Erscheinung haben die Denker schon von je erkannt, und sie war es, die sie ohne Kenntnis der richtigen Zusammenhänge auf den Gedanken brachte, daß ein ununterbrochener Transmutationismus, eine stete Entwicklung das ganze Weltbild beherrsche. (Vgl. hierzu Bd. I S. 76—79.)

Wie alt der Entwicklungsgedanke eigentlich ist, soll uns hier nicht näher beschäftigen, hat man doch schon in besonderen Werken[60]) diese Historie zusammengestellt. Ob nun wirklich der Streit als Vater aller Dinge des *Heraklit* und das Werden des *Anaxagoras* die erste Ausprägung des Ent-

wicklungsgesetzes sind, oder ob sich schon früher in der ägyptischen*) und indischen Philosophie dahin zielende Gedanken finden, Tatsache ist, daß nicht etwa erst *Herder, Kant, Laplace, Lamarck, Hegel, Darwin, Häckel*[61]) seine Urheber sind, sondern daß er zu den Grundüberzeugungen des menschlichen Denkens gehört, die sich allerdings erst in der Gegenwart zu solchen Extremen verdichtet haben, wie ihnen *Ed. Bernstein* Ausdruck verleiht, wenn er sagt: im Kulturellen sei der Weg alles, das Ziel nichts. Nur fortwährend Fortschreiten, das sei das Glück . . . Der Fortschritt wird dadurch selbst zum Ziel gemacht. (Vgl. Anmerkung 61.)

Es ist nun bei einer objektiven Betrachtung dieser absoluten Entwicklungslehre sehr leicht, in ihr verschiedene Elemente differenten Ursprunges, die auf bloße gleiche Bezeichnung hin miteinander verwechselt werden, auseinander zu halten. Da wäre als erstes der überall wahrnehmbare Transmutationismus des gesamten Seins, dessen Zusammenhang mit dem Optimumgesetz auf den vorstehenden Seiten geklärt wurde. Er ist unverkennbar — ebenso unverkennbar aber ist auch, daß er kein Prinzip des Seins darstellt, sondern nur eine Folgeerscheinung der allgemeinen, optimoklinen Welteinrichtung ist. Alles, was noch nicht sein Optimum entfaltet hat, leistet dem gegenseitigen Druck, der Reibung der Vielheit weniger Widerstand, als die Optima der Dinge. Daher vollziehen sich an den *Pessima,* wie man den Gegensatz der Optima nennen könnte, die meisten Zusammenbrüche und Änderungen.

Wenn an den Weltnebeln Kräfte angreifen und auf Grund einfacher, durchschaubarer, mechanischer Notwendigkeit diese eine Spiralform annehmen, dann ist darin nicht eine „Entwicklungstendenz" sichtbar, sondern nur eine Disharmonie im Bau des Nebels, die zu einem Potential und zur Einleitung des Ausgleichs führte. Wer das nicht einsieht und daran noch zweifeln wollte, der betrachte nur die große *Magelhaen*'sche Wolke am südlichen Himmel, die spiralige Anordnung besitzt, trotzdem sie aus Nebelflecken, Sternen und Sternhaufen, also schon aus den fertigen Produkten besteht, die nach der *Kant-Laplace*'schen Kosmogenie erst durch den Prozeß entstehen sollten. Die „Entwicklung" geht also dort weiter, trotzdem ihr „Zweck" schon erreicht ist.

Die *Laplace*'sche Hypothese aber ist in den letzten Jahren Gegenstand so vieler Angriffe gewesen, daß sie trotz der *Poincaré-Darwin*'schen Modifikation[62]) immer mehr durch neuere Versuche (wie z. B. die von *Lokyer*

---

*) Es ist unbegreiflich, warum man die aus den ägyptischen Inschriften und Papyri, sowie dem Legendenkreis des *Herodot* und *Pythagoras* so deutlich zu uns sprechende ägyptische Philosophie noch nicht gereinigt, zusammengestellt und rekonstruiert hat. Schon bei meinen gelegentlich meiner orientalischen Studien angestellten Vorarbeiten ergab sich mir das Vorhandensein mehrerer geistigen Schichten, die bis zu den Alexandrinern, bis zu *Philo* und *Plotin* nachwirken. Wer leistet diese für die Urgründe unseres ganzen Denkens bedeutungsvolle Arbeit?

oder *Hörbiger*) ersetzt wird. Die Tatsache, daß die Planeten und Monde nicht in einer Ebene rotieren, daß *Uranus* und *Neptun* und viele Monde anders laufen, als es ihnen die Annahme einer einheitlichen Entstehung erlaubt u. dgl. mehr, machen sie dem logischen Verstand zur Unmöglichkeit. Jedenfalls hat keine der alten und neuen Kosmogonien es nötig, irgendein Entwicklungsprinzip in seine Rechnungen einzustellen; überall genügt das Element der Störung und Ausgleichung, um den Weltprozeß verständlich zu finden, von dem jede astronomische Einsicht sich mit der von *S. Arrhenius* im Einklang fühlt, daß weder die Gegenwart des Kosmos ein Ziel der Weltenbildung sei, noch ein solches Endziel sich überhaupt im Gesichtskreis des Denkens zeige, sondern nur ein steter Kreislauf von Weltnebeln, Sonnensystemen, Zerstreuung von deren Energie in den kalten Weltnebeln[63]) und Wiederbeginn der Prozesse durch deren hiemit erklärbare Spannungsdifferenzen. Wenn von Kosmos und Entwicklung gesprochen wird, tut dies der Astronom nur mit dem Empfinden, *von den Stadien eines Kreislaufprozesses zu reden.*

Ist nun damit eigentlich jede Art physischer Entwicklung auf einer höheren Integration gegenstandslos geworden, so pflegt auch in der anorganisch irdischen Welt dieser Begriff nur einen vergleichsweise bildlichen Sinn als Bezeichnung des Transmutationismus zu besitzen. Man hat in der französischen Gelehrten-Republik, deren beweglichem Geist der Begriff der Entwicklung besonders sympathisch ist (weshalb auch *Bergson* mit einer évolution créatrice operiert), in den letzten Jahrzehnten sogar von einer „*Entwicklung der Materie*“ gesprochen[64]), hat aber, bei Licht besehen, darunter nur die Zustandsänderungen um den hypothetischen Äther verstanden, wobei angenommen wird, daß die Radioaktivität die Materie „zersetzt“ (dissoziiert), und daß durch stete Umwandlungen (von Gas, Flüssigkeit, festen und kristallinischen Zuständen) unter dem Einfluß der Temperatur (man denke an Quecksilber oder an die Tatsache, daß das Bolometer am Platin gestattet, eine Erwärmung, also Zustandsänderung festzustellen) sich ein Kreislauf der Erscheinungen durch die ganze Welt der Materie wälzt.

Gerade dadurch aber wird anerkannt, daß es eine schöpferische Entwicklung der Materie nicht gibt, und daß die Änderungen stets nur die Beantwortungen von Störungen sind. Es war sehr wertvoll, diese Frage, mit der sich auch die der „Entwicklung“ der *Elemente* erledigt, einmal durchzudenken, denn gerade dadurch hat es sich mit jeder wünschenswerten Deutlichkeit herausgestellt, daß in unserem ganzen, sowohl im sinnenfälligen, wie im bloß vorgestellten Weltbild das Verhältnis der Einheiten zueinander nicht ein skalares (rein zahlenmäßiges) ist, sondern stets das der Kräftefunktion, also des *Potentials.* Alle rein mechanischen Vorgänge bestehen lediglich bei Erhaltung der Energie aus einem Austausch zwischen lebendiger und toter (also Spann-) Kraft oder, wie der Physiker sagt,

zwischen kinetischer und potentieller Energie. *Alles Sein ist mit einem Potential wirkender Kräfte verbunden.**)[65])

Dadurch wird jedoch jede Änderung nur zur Transmutation im Sinne des Funktionsgesetzes, nicht zu einer schöpferischen Bereicherung der Welt, bloß zur Entfaltung ihrer Wesenheit. Und so kommt es, daß, wie schon (Bd. I S. 190) an dem Beispiel der Petrographie gezeigt wurde, nicht nur im Kosmischen, Chemophysikalischen, sondern auch im Meteorologischen und Geologischen jeder Begriff einer anderen Entwicklung, als der sich in Kreisläufen abspielenden Transmutation, fehlt.

Wenn die *Palaeoklimatologie* uns an den Resten der Devonwälder (Abb. 62), der Steinkohlenzeit, der Buntsandsteinwüste und Jurariffe, der Braunkohlenswamps und der *Dryastone* des Diluviums auch unwiderleglich eine stete Klimaänderung beweist, deren schon skizzierter Ablauf, wenigstens nach *Eckardt* etwa für Europa in folgender Kurve verläuft:

Archaikum = ?
Kambrium = Eiszeit (Eisdecken am Nordkap, China, Australien)
Silur-Devon = wahrscheinlich gleichmäßig warm (klimatisch karbonisch)
Karbon = wahrscheinlich gleichmäßig warm
Dyas = wechselnd, Eiszeit (Permokarbone Eiszeit in Indien, Afrika)
Trias-Jura = warm
Kreide = Abkühlung (Frostspuren auf Blättern)
Tertiär = Wiedererwärmung
Diluvium-Gegenwart = Eiszeit, langsame Wiedererwärmung

dann ist es unmöglich, darin einen „Entwicklungsgang" zu erkennen, umsomehr als alle Zeugnisse der Vorzeit darin übereinstimmen, daß die gesamtklimatische Situation der Erde sich niemals wesentlich von der heutigen unterschieden hat und das irdische Klima schon seit dem Palaeozoikum ein durchaus solares ist, also ganz von dem Verhältnis Erde — Sonne geregelt wird.**)

Daß in die Geologie unter dem Einfluß der biologischen Entwicklung der Begriff Evolution überhaupt hineingebracht wurde, hat seine historische Ursache und entstammt dem Kampfe gegen die *Kataklysmentheorie Cuviers*, der aus den französischen palaeontologischen Funden voreilig verallgemeinernd den Eindruck gewann, daß mit jeder Erdperiode eine von Grund

*) Daher kommt, ganz im Einklang mit der Panmechanik, der Begriff von Schwerefeld (Potentialfeld, Feldstärke) ebensogut in der Gravitationslehre, wie aber auch in der Meteorologie (magnetisches Feld), in der Biologie (Einflußsphäre des Zellkerns, Polarität usw.), in den Geisteswissenschaften (man durchdenke die Begriffe Schwergewicht von Rechtsgründen, moralische Einflußsphäre, politische Spannung, Massenwirkung usw.) zur Geltung.

**) Allerdings behauptet *Sartorius von Waltershausen*, daß diese Wirkung bis zum Mesozoïkum gewährt habe, was aber schwer vereinbar mit der Berechnung ist, daß erst bei Rotglut in 30 m Tiefe die Sonnenstrahlung ausgeglichen sein könnte.



Abb. 61. Saurier der Triaszeit
Auf dem Felsen sitzt ein Panzermolch (Mastodonsaurus), links vorn ein Kammdrache (Dimetrodon), rechts ein Wangensaurier (Pareiasaurus)



Abb. 62. Rekonstruktion einer Devonlandschaft mit baumartigen Bärlappgewächsen



Abb. 63. Die Verlandungserscheinungen an einem Alpensee

Im Vordergrunde gewesener Seegrund, der bereits zu einem Flachmoor mit Sumpfföhren umgewandelt ist. Motiv vom Seefelder Paß in Tirol. Originalaufnahme

auf neu entstehende Fauna vernichtet und durch Vulkane, Erdbeben, Überschwemmungen begraben wurde. Demgegenüber brachte *Lyell*[66]) den Grundsatz des non vi, sed saepe cadendo, die „Häufung kleinster Wirkungen" in unbeschränkt angenommener Zeit zur Geltung. Damit war ein besonders folgenschwerer Satz: „die Geologie sei eine gewaltige Entwicklungsreihe im Anorganischen" postuliert. Tatsächlich hat aber die Geologie sowie die Klimatologie niemals etwas anderes festgestellt, als daß im Gesamtbau der Erde sowie in dem der Atmosphäre verschiebende Kräfte tätig sind, hier die Temperaturdifferenzen entspringend aus der Stellung der Erdachse zur Erdbahn und die Erdrotation, dort die Kräfte der Erdumgestaltung, von denen die einen das aufbauen, was die anderen lösen. Der Ausdruck Entwicklung hat hier eben nur den Sinn des Anderswerdens, wie denn überhaupt die große Tat *Fritz Mauthners*, der zuerst auf den gleitenden, mehrdeutigen Sinn fast aller Worte und die mangelnde Eignung der Sprache als Werkzeug des Denkens aufmerksam machte*), noch lange nicht für die menschliche Erkenntnis fruchtbar geworden ist.

Eine gewisse Richtung der populären „Weltenschöpfung" machte es sich freilich leicht, aus den Tatsachen der Tektonik und Stratigraphie eine *Geogenesis* zurechtzulegen, die nach einem bekannten energetischen Gesetz noch in ihren Auswirkungen in der populären „Aufklärungsliteratur" fleißig von einem Kompilator dem anderen nachgeschrieben wird und dadurch zu den Säulen volkstümlicher „monistischer Glaubenslehren" gehört, während in der Wissenschaft selbst dieser Standpunkt längst überholt ist. Dieses malerische Bild sieht etwa so aus: Unser Planet war eine Feuerkugel, die nach den Gesetzen der Entwicklung allmählich abkühlte. Dann kam der Augenblick, in dem sich das Wasser niederschlug und dadurch die Wiege vorbereitet war für die ersten Lebewesen. Klimaunterschiede bestanden noch nicht. Auch das Klima mußte sich zu seiner heutigen Vielfältigkeit erst entwickeln. Einzelne dieser „Schöpfungsgeschichten" erörtern allen Ernstes die Frage, ob es schon „damals" Stürme und Regengüsse gegeben habe. Nun konnte das Wasser seine Nivellierungsarbeit beginnen; es entstanden die ersten Sedimente und damit das Buch der Schichten, in denen der fortgeschrittene Forscher von heute die „Entwicklungsgeschichte der Erde" so zungengeläufig liest. In diesen Erdschichten niedergelegt sind die „Dokumente der natürlichen Schöpfungsgeschichte", die einer gläubig aufhorchenden Generation es schonungsvoll klarmachte, wie im Archaikum zuerst die Wirbellosen entstanden und es nur Kryptogamen gab, wie noch der Steinkohlenwald eigentlich ein Farn- und Bärlappwald gewesen (vgl. Abb. 62) ohne Vögel, Säugetiere, ja selbst ohne Echsen, wie so Blatt um Blatt im

*) Von Gnaden welcher Tatsache die ganzen „Richtungen" von Exegese, juristischen Kommentaren, Rechtsstreiten und theologische Disputationen, auch ein erheblicher Teil der ganzen historischen Philosophie lebten. Man denke nur an die historische Bedeutung von homousie und homoeusie, an die Pâlikommentare und die christliche Homiletik.

Zauberbuch der Entwicklung sich umwendet, langsam und zielstrebig alles zur Gegenwart drängt, die großen Jurasaurier (Abb. 61) kommen, aus ihnen sich der Zweig der Sauropsidier ablöst, die zu Vögeln werden, wie aus den eierlegenden Vögeln durch Vermittlung von Tieren nach Art des Schnabeltieres *(Ornithorrhynchus)* eierlegende Säuger, dann Beutler, dann die Schreckenstiere der Braunkohlenzeit (vgl. Bd. I Abb. 81) und endlich die Fauna der Gegenwart hervorgehen, währenddessen in der Kreidezeit die ersten Blütenpflanzen erscheinen und sich die ganze Blumenpracht der Gegenwart entfaltet. Wunderbar folgerichtig erschien dieses Bild vom *Stammbaum des Lebens,* in dessen Krone sich ein Zweiglein erhob, an dem der Mensch selber hing, untertan dem gleichen Gesetz wie das All, aus dem er stammt, und wunderbar genug in seinen tiefsten Rassen den Tieren anatomisch, geistig, sogar blutsmäßig noch näher stehend als uns, der Krone dieser ganzen langen Entwicklung, auf deren Klärung die zweite Hälfte des XIX. Jahrhunderts ebenso stolz war wie auf die damals rapid einsetzende Industrialisierung, die ganz im Sinne der Zeit ebenso als „notwendiger Fortschritt" gepriesen wurde.

Die ganz Kühnen malten gleich mit großem Pinsel und trugen grelle Farben auf: Panrevolution, Entwicklung ist alles, und in einem Atemzug wurde die Abstammung der heutigen Kultur vom Urnebel als bewiesene Tatsache hingestellt, wobei stillschweigende Voraussetzung war, daß die heutige Kultur und namentlich ihre Träger schon kraft des in ihnen wirksamen Entwicklungsgesetzes in allem klüger, tüchtiger, vollkommener, ein höherer Typus Mensch sein mußten, als jeder ihrer Vorfahren. Das war die Zeit, in der man eifrig das Alte demolierte und gering schätzte. Was alt war, war darum wertlos. Die Schlagworte: „Neuzeitlich, der Zeitgeist, der Fortschritt", die fürchterliche Phrase vom „modernen Menschen" waren — und sind noch — in aller Munde und halfen den Menschen, sich von der Tradition zu befreien, oberflächlicher zu werden. Unter der Herrschaft des Entwicklungsgedankens schätzte man eben nicht mehr das Beste, sondern das Neueste, man wollte nicht absolut gut und tüchtig, sondern modern sein, und es begann die Zeit, in der man arbeitete, um zu arbeiten, und die Änderung um jeden Preis zum Leitwort des Daseins machte.

Heute denkt man im Wissen um die Dinge der Welt anders. Die Leitsätze hierüber habe ich schon in der Einleitung dieses Werkes (Bd. I S. 94) auseinandergesetzt; hier brauche ich nur zu vollenden. *Die Geologie als solche kennt wohl einen steten Transmutationismus, eine Kumulation, aber keine Entwicklung im Sinne einer Vervollkommnung.* Der von den Schöpfungsgeschichten geschilderte Vorgang hat sich nicht einmal, sondern oft abgespielt und ist heute ebenso wie jederzeit in seinen Anfangs- wie Endstadien begriffen. Eine Abnahme der vulkanischen Kräfte ist ebensowenig wie ihre Zunahme zu merken, und über die Erkaltung von Sonne und Erde kann man sich, wie ich in diesem Werke schon mehrfach andeuten konnte,

gar keine definitiven Vorstellungen machen. Es gibt gar keine Abkühlung des Erdenklimas, und nichts deutet in ihrer Vergangenheit auf eine heißere Sonne *(Eckardt)*. Irgendein Einfluß der Erdwärme auf die Tier- und Pflanzenwelt ist überhaupt noch nicht nachgewiesen. Es gibt wohl Klimaschwankungen, aber nirgends kontinuierliche, einseitige Änderungen.[67]) Wenn man die Pendulationstheorie (vgl. Bd. I S. 69) nicht annimmt, hat man für das regellose Wandern der Klimate und damit der Faunen und Floren, auch der Transgressionen und Schollenbewegungen gar keine Erklärung. Und wenn man sich ihr anschließt, dann ist es keine Entwicklungslinie, sondern ein regelloses, in alle Zeiten fortwährendes Pendeln, das man angenommen hat.

Wenn auch *S. Arrhenius* eines seiner Hauptwerke: ‚Das Werden der Welten' genannt hat, so entfaltet er darin doch nur das Bild eines Kreislaufes. Die Sonnensysteme zerstreuen ihre Materie im Weltenraum; die Nebel fangen die Meteoriten und Kometen ein, der Strahlungsdruck hält der Gravitation, die Wanderung der Gase hält der Wärmevergeudung das Gleichgewicht. Dadurch ist steter Ausgleich, eigentlich das Optimum der Welt gewährleistet. So hat die Kosmologie Möglichkeiten, um das Sein ohne Entwicklung zu erklären. *Die Kräfte der Erdumgestaltung sind konstant.* Es hat sich kein Anzeichen gefunden, daß die Sedimentation, die Erosion oder Abrasion, die Deflation, die Transgressionen, der Vulkanismus, die Erdbeben, die Senkungen und Hebungen, die Auffaltungen und Brüche jemals mächtiger gewesen sind oder jetzt zunehmen. *Es ist keine einheitliche Entwicklungslinie im irdischen Geschehen erkennbar.* Wohl aber ist eine immer wiederkehrende Transmutation ganz unleugbar da. Sie spielt sich vollkommen nach dem Weltgesetz der Mechanik ab, wofür namentlich Faltung und Gebirgsbildung geradezu Schulbeispiele sind.

Unverkennbar stehen sich in der Wirkung gewisse Zusammenhänge gleichsam wie Antagonisten gegenüber. Die Sedimentation und danachfolgende Auffaltung baut auf, die Erosion baut mit der Verwitterung ab, wozu sich die scheuernde Kraft des Meeres und des Windes gesellt. Vulkanismus und Erdbeben schaffen nichts Neues, sondern wirken nur wie ein Pflug, der Erdinneres verwitterungsreif macht, wobei aber zu bedenken ist, daß niemals tiefere Schichten als die der Magmaherde (vgl. Bd. I Abb. 71) das Licht der Welt erblicken. Wohl kommen durch die Hebungen Tiefenschichten zur Oberfläche, aber dies Auf- und Absteigen hat auch seine Grenze und entblößt nur einen sehr dünnen Mantel der Erdkugel.

Zur Zeit, als man noch mit dem Entwicklungsgedanken spielte, befreundete sich alle Welt mit der *Schrumpfungstheorie* des österreichischen Geologen *E. Sueß*, hinter der der Glaube an eine einheitliche Erdentwicklung im Sinne eines Alterns steckt. Diese Lehre hielt die Gebirge für Runzeln der erkaltenden Erde, der die Gesteinsdecke allmählich zu weit wird. Es müßte, sollte sich das bewahrheiten, ein kontinuierlicher Wärmerückgang

vorhanden sein, und auch die Gebirgsbildung in alten Zeiten geringer gewesen sein, dagegen mit fortschreitendem Alter der Erde immer mehr zunehmen. Beides ist, wie man mit jeder Sicherheit weiß, nicht der Fall. Die Beweise für die erstere Behauptung möge man oben nachschlagen; ein Beweis gegen den zweiten Satz sind die Stümpfe der karbonen Faltenzüge (des appalachisch-amerikanisch-variskischen Gebirges). Dieses läßt sich seit dem Devon bis zum Perm auf der ganzen Erde in einer Ausdehnung verfolgen, welche die heutigen Hochgebirge übertrifft. Dazu läßt sich aus den abgetragenen steilen Falten berechnen, daß diese Hochketten der Steinkohlenperiode*) zumindestens so hoch wie der Himalaya waren, wenn sie ihn nicht übertrafen. Die Summe des aufgefalteten Erdmateriales überstieg die der jungtertiären Auffaltungen, deren Reste heute als Himalaya, Kordilleren, Kaukasus, Alpen usf. bezeichnet werden. Dabei besteht mehr Wahrscheinlichkeit als das Gegenteil, daß es im Präkambrium ebenfalls enorme Hochgebirge gegeben hat, woraus ein vernichtender Schluß gegen die Schrumpfungslehre zu ziehen ist. Ob nun die an ihre Stelle gesetzte Anschauung, daß glutflüssige Magmamassen zur Oberfläche streben und dadurch die Auffaltung und Überschiebung (man denke an die der *Alpen!*) bewirken, zurecht besteht oder nicht[68]), daran läßt sich nicht rütteln, daß eine einheitliche Linie, wie sie der Entwicklungsgedanke fordert, darin nicht zu erkennen ist.

Allerdings darf man nicht übersehen, daß tatsächlich überall, wo man Einblick in die Tiefenstruktur der Erdrinde erhalten hat, sich ähnliche Bilder boten wie auf Abbildung 52—54, d. h., man sieht einen Faltenwurf, der nur durch horizontale Schubkräfte zu deuten ist, durchbrochen von einem System von Spalten und Verwerfungen, das *Sueß* ganz trefflich mit den Einbrüchen eines gefrorenen und dann abgelassenen Teiches (vgl. Bd. I Abb. 15) verglich. Aber gerade das, daß nun wohl ein Teil, aber nicht alle Ozeane Senkungsgebiete sind, sondern gerade ihr größter, der *Pacific*, eine ursprünglich vorhandene Hohlform, welche auch alle Wandlungen des Erdreliefs unverändert überlebt, wenn sich gleichzeitig herausstellt, daß die großen Ebenen (Rußland, die süd- und nordamerikanischen Steppengebiete, die afrikanische Steppe) keine Senkungsfelder, sondern Stellen des Erdfriedens sind, dann ist mit aller nur wünschenswerten Sicherheit nachgewiesen, daß Schrumpfungen (Brüche), von innen heraus wirkende Kräfte, Senkungen, Ruheperioden längster Dauer (die sarmatische Ebene ist seit dem Carbon ungestört geblieben), also eine Fülle verschiedenster Ursachen nebeneinander bestehen, zusammen- und gegeneinander an dem Antlitz der Erde bosseln[69]), woraus der einzig zulässige Schluß ist: eine einheitliche Entwicklung des Erdreliefs gibt es ebensowenig, wie es eine materielle,

*) Ausführliches über ihre Naturgeschichte findet man in den Grundlagen zur objektiven Philosophie. 3. Teil. (München. Die Lebensgesetze einer Stadt. München 1920.)

eine geographische, eine klimatische Entwicklung dieses Planeten im Sinne der klassischen Entwicklungslehre gibt.

Wohl aber geht aus diesem Tatsachenmaterial etwas anderes hervor: der Transmutationismus ist von bestimmten Ursachen abhängig, denn ganz offensichtlich wechseln Stellen der Erdruhe mit großer Bewegtheit, sowohl räumlich, wie zeitlich. Mit anderen Worten, *die Änderungen sind die Folgen von gelegentlich wirkenden, aus anderen Gebieten stammenden Ursachen.*

In lokalen Erscheinungen und bei zeitlich kurzer Betrachtung gibt es so auf Erden zahlreiche Tatsachen, die sich als Entwicklung deuten lassen, aber jeden Anschluß verlieren und nur den Charakter einer Reaktion besitzen, wenn man sie mit Rücksicht auf das Ganze betrachtet. So macht z. B. jeder *Vulkan* den Eindruck einer ganz zielstrebigen Entwicklung, aber er ist doch nichts als das Ventil lokaler Spannungen. Manchmal stellt er eine Gleichgewichtslage her (solcher Art ist der Feuersee auf Hawai), und dann fehlen ihm alle explosiven Äußerlichkeiten. Nach Ausgleichung der Störung, die ihn ins Leben gerufen hat, schließt sich jede dieser noch so feurigen Essen, und viele (man blicke auf das Ries in Bayern und die anschließenden schwäbischen Vulkane) verstummen dann für immer.

Eine ähnliche abbrechende „Entwicklung“ tritt uns in der *Verlandung* der Teiche und Seen (Abb. 63) entgegen. Dem Geographen ist es längst klar geworden, daß nicht nur das Meer seine Transgressionen hat, sondern auch kein stehendes Gewässer der Erde konstant bleibt. In allen vollzieht sich unter dem Einfluß ihrer Bewohner jene Änderung, die man Verlandung nennt, und die eigentlich nichts anderes als eine Art *Humusbildung* ist. Die zahllosen Kleinlebewesen, die das Wasser bewohnen, erfüllen dessen Bodensatz mit einer wachsenden Schicht ausgelebter Reste, die sich zu oft meterdicken Faulschlammdecken anhäufen. Mit ihrem Fettgehalt sind sie nicht ohne gewichtige Gründe als Bildner des *Petroleums* angesehen worden. Dieser Detritus wird vom Ufer her die Wiege der weiteren Besiedelung; Armleuchteralgen, Wassermoose, Schilf und Röhricht, der schöne Wasserstern, Froschbiß und Pfeilkräuter, die Wasseraloë, Fieberklee und viele andere Gewächse dieser Art schmücken den Rand der Gewässer, trinken aber so ganz allmählich sein Wasser auch aus. Inseln aus Faulschlamm und dem Wurzeltorf dieser Gewächse entstehen, und je nach dem Klima verwandeln sich Teich und See in einen Sumpf oder ein Hochmoor, dessen weitere Etappen dann saure Wiese oder Heide genannt werden. Am Schluß dieser Entwicklung steht, wenn man sie nicht vorher beeinflußt, stets der Wald. Auf diese Weise sind in der nacheiszeitlichen Periode in Oberbayern Hunderte von Seen verschwunden; das gleiche Schicksal blüht allen Seen der Erde, soweit man Anhaltspunkte für Änderungen ihres Daseins gefunden hat. Aber es wird doch im Ernst niemand hier von Entwicklung im Sinne von Evolution sprechen; es sind, um den Ausdruck von *H. Driesch* hierfür zu ge-

brauchen, vielmehr typische Anhäufungen (Kumulationen) kleiner Wirkungen, aus denen die Wirkung sich summiert. Und auch dieses Addieren hat sein Ende, wenn das Waldstadium erreicht ist. Die Tatsache, daß es solche „Schlußvereine“ im ökologischen Entwicklungsgang gibt — solche sind außer dem Wald die Felsenflur mit Zwergsträuchern (vgl. Abb. 55) in der Hochgebirgszone und die Moostundra im polaren Bezirk — erledigt den Entwicklungsbegriff sogar im Bereich seiner Hochburg, nämlich im Biologischen.

Die biologische Entwicklung wird freilich das letzte Gebiet sein, auf das sich die Evolutionisten vor der Kritik des Entwicklungsgedankens (die, wofür jeder Tag neue Beweise bringt[70]), mächtig einsetzt), zurückziehen werden, denn hier liegen in der Ontogenie, im Werden des Hühnchens aus dem Ei und in der großen Abstammungskette von den einfachen Säugern bis zu den menschenähnlichen Affen die Tatsachen handgreiflich vor Augen. Trotzdem genügt es aber, irgendeinen ontogenetischen Prozeß kritisch durchzudenken, um zu erkennen, daß in ihm etwas ganz anderes vorliegt, als der Begriff Entwicklung besagen will. Entwicklung hat in dem Sinn, der allein werbende Kraft als Fortschrittsschlagwort hat, nie etwas anderes bedeutet, als eine *Bereicherung der Welt* mit vordem nicht Dagewesenem, nicht aber einen Vorgang gleich dem Aufbau etwa eines Faltbootes, das man zunächst bis zum Fluß in einem Tornister zusammengelegt mit sich getragen hat. Wird die Welt durch Entwicklung nicht reicher, dann wird sie durch die Entwicklung auch nicht anders.

Der Vorgang aber, durch den etwa der Mensch oder ein Säugetier — um bei einem Beispiel zu bleiben — immer wieder aus einem Ei hervorgeht und in seinen Potenzen in ein Ei zusammenschlüpft, ist im Prinzip nichts anderes als das Auseinandernehmen und Zusammenlegen eines Faltbootes. Das höchst dotterarme Menschenei (vgl. Bd. I Abb. 95) wird bekanntlich von der Eierstockdrüse in regelmäßigem Turnus abgeschnürt und wandert durch die Eileiter in die Gebärmutter und gelegentlich der Menses dann durch die äußeren Geschlechtswege ins Freie, wo es verkommt. Auf diesem Weg, den es dem Mutterkörper gegenüber als selbständiges Individuum beschreibt, wächst es etwas, bis zur Halbmillimetergröße, heran und wird gewöhnlich von den sich nach dem Coïtus in den Tuben aufhaltenden, gleichfalls im weiblichen Organismus wie etwa Infusorien in einem Wassergraben lebenden und beweglichen Spermafäden aufgesucht und dort befruchtet (vgl. S. 225). Ist das geschehen, schließt es sich ab und scheidet Stoffe aus, die auf den Frauenkörper so wirken, daß die Menstrualblutung unterbleibt. Noch stehen sich aber beide Wesen, der Zellenstaat und seine nicht mehr einzellige, bald zur Morula (vgl. Bd. I Abb. 24) heranwachsende Knospe als Fremdwesen gegenüber. Rein mechanisch durch die Flimmerbewegung in den Tuben wird in 5—8 Tagen der werdende Embryo bis in den Uterus gespült, und dort erfolgt erst die Nidation, d. h. sein Verwachsen mit dem Mutterkörper, dem er nun als zweite Generation an 270 Tage lang aufsitzt.

Die sich in ihm abspielenden Vorgänge, im besonderen dies Durchlaufen der Morula-, Blastula- und Gastrulastadien, die Herausbildung der Keimblätter und deren Differenzierung zu den Organen[71]), also die gesamte Organo- und Histogenesis ist nun keineswegs ein rein mechanischer, nicht abänderbarer Vorgang, da es gelungen ist z. B. bei Seesternen auch nach Teilung der Eier, bei Fröschen nach Teilung der Embryonen abgeänderte, aber immerhin Ganzbildungen zu erhalten, woraus hervorging, daß die gestaltliche Leistung der Teile in den Entwicklungsphasen durch übertragene Zusammenhänge des ganzen Systems mitbestimmt werden.

Wie *A. Cohen-Kysper* hervorhebt, dem man eine der wertvollsten Analysen (vgl. Bd. I S. 98) des ontogenetischen Entwicklungsprozesses verdankt, ist damit auch die stammesgeschichtliche Entwicklung auf die gleiche Basis gebracht, und das sogenannte *biogenetische Grundgesetz* (vgl. Bd. I S. 92) verständlich geworden. Denn die Organismen gleicher Abstammung sind insgesamt wieder eine Ganzheit, ein System, das die gestaltlichen Leistungen der Teile, das ist diesmal das Individuum, mitbestimmt, weshalb die verschiedenen Formen in ihrem Phasenablauf anklingen.

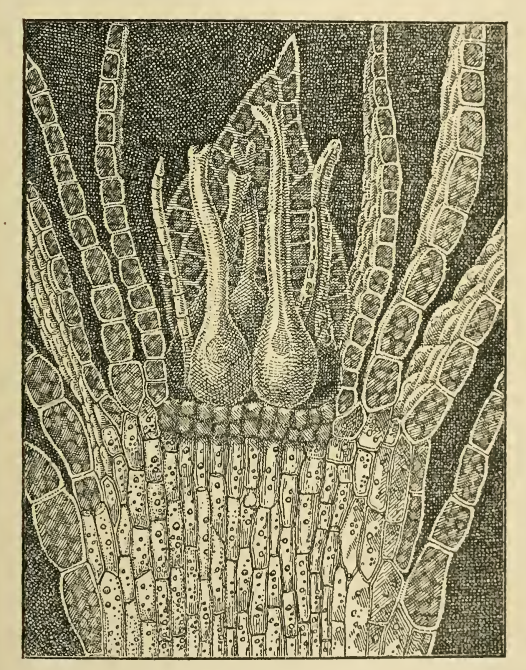


Abb. 64. Längsschnitt durch die weibliche Blüte des Mooses Funaria hygrometrica mit den Archegonien, aus denen die Eizelle hervorschimmert, Saftfäden (Paraphysen) und einem Kranz von Blättern. (Vergl. Abb. 65.) Nach der Natur gezeichnet bei schwacher Vergrößerung.

Erst nach der Einnistung des menschlichen Embryos im Endometrium der Gebärmutter verwachsen die zwei Generationen zeitweilig. Es ist an sich sehr merkwürdig, daß die Embryologie den Ausdruck gebrauchen kann, daß der Keim sich mit seiner Chorionschale durch Auflösung der Zellen eine Nisthöhle nage, daß er sich also wie ein Samenkorn in seiner Mut-

ter einpflanze und zunächst einmal Fruchtfutter, das heißt Schleimhauttrümmer fresse, bis aus einem Plasmodiumvorstadium der Mutterkuchen fertig ist, der dann bis zur Abnabelung bei der Geburt durch Blut für die Atmung und Ernährung des Fötus sorgt. Und noch merkwürdiger, aber unbezahlbar im Sinne unseres Gedankenganges ist die Tatsache, daß schon in den allerersten Stadien dieses Werdeganges, schon in der Ovulation, eigentlich bereits bei der Morulabildung, sich die *Gechlechtszellen* früher als alle anderen herausdifferenzieren[72]), ja (nach *Port*) vielleicht sogar als Reste des Eies gedeutet werden können. Das Kontinuum von Ei zu Ei ist damit gewahrt; dazwischen liegt jeweils nur ein Anpassungs- und Ausweitungsvorgang zur Entfaltung der im Ei liegenden Potenzen. Wie ich in meiner „Vergleichenden Biologie" des näheren ausführte, sind die Verhältnisse auch im Tierreich, den Menschen inbegriffen, nicht anders beschaffen wie im Reich der Pflanzen, deren merkwürdiger *Generationswechsel* seit den Bemühungen des deutschen Botanikers *Hofmeister* und seiner Zeitgenossen unbezweifelbar und klar vor jedermanns Augen liegt.

Betrachtet man den Lebenskreis eines Mooses oder Schachtelhalmes (Abb. 67) oder eines Farnes, wie solches den Nichtbotanikern zuliebe auf den Abbildungen 65 u. 74 dargestellt ist, wird man sich unschwer von dem Vorhandensein dieser zwei Generationen überzeugen. Man sieht die prachtvollen, bischofstabartig eingerollten Wedel der Farne (Abb. 66) sich zu ihrem entzückenden Laubwerk entfalten, an dessen Unterseite ohne jeden Geschlechtsakt, einfach durch Knospung die braunen Sporen entstehen. Läßt man diese aber keimen, dann erlebt man das Absonderliche, daß aus ihnen ein *Vorkeim* hervorgeht, an dem sich Geschlechtsorgane bilden: Antheridien und Archegonien mit Spermatozoiden und Eiern, die sich miteinander vereinigen. Erst aus dem befruchteten Ei keimt wieder die wedeltragende Farnpflanze. Bei den Moosen ist das Verhältnis etwas anders. Aus der Moosspore entkeimt ein Vorkeim, aus dem ohne weiteres die Moospflanze als Geschlechtspflanze wird. Auf dieser aber entsteht die Sporenkapsel, die Sporen erzeugt (Abb. 65).

Bei den Blütenpflanzen ist dieser Rhythmus der Generationen nicht verschwunden, sondern nur vereinfacht. Die Geschlechtsgeneration (Gametophyt) beschränkt sich auf Eizelle und Pollen selbst, und das, was man gemeinhin Kraut, Strauch, Baum nennt, das ist die ungeschlechtliche Generation (Sporophyt), die als Zeichen dessen imstande ist, sich auch durch Ausläufer nach Art der abgebildeten (Abb. 68) oder durch Brutknospen fortzupflanzen. Gegenüber den *Archegoniaten,* wie man Moose und Farnpflanzen zusammen einheitlich benannt hat, erfährt die vegetative Entfaltung eine Verschiebung zugunsten der ungeschlechtlichen Generation; die geschlechtliche beschränkt sich schließlich auf einige Zellen, was man bei den Pflanzen mit Scharfsinn *(Wettstein)* mit der fortschreitenden Anpassung an das Landleben in Zusammenhang gebracht hat.



Abb. 65. Blüten und Sporenkapseln der Laubmoose

Das Wiedertonmoos (Polytrichum commune) treibt im Frühjahr Sprosse mit Geschlechtsorganen, deren feinerer Bau auf Abbildung 64 dargestellt ist. Aus deren Befruchtung entwickeln sich die Sporenkapseln, die im unreifen Zustand mit einem fädigen Mützchen zugedeckt sind. Etwas vergrößerte Naturaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München



Abb. 66. Die Entfaltung der Sporophyten der Farne
Die jungen Wedel sind noch bischofstabartig eingerollt. Originalaufnahme

Wenn man diese Verhältnisse nun mit denen der Säugetiere vergleicht, ist die gleiche Gesetzmäßigkeit unverkennbar, dagegen die Selbständigkeit und das eigentümliche Verhältnis des Embryos zur Mutter erst jetzt richtig verständlich. *Zwei Generationen wechseln auch hier ab,* die eine ein- (und wenig-) zellige (Gametobiont) und eine vielzellige nach Befruchtung aus dem Gametobionten hervorgehende (der Sporophyt oder Prolobiont) *), die durch Knospung, gleichsam als Ausläufer wieder in den Generationsorganen den Gametobionten hervorbringt. Als Knospung muß man nämlich die *Zellteilung* bezeichnen, durch die der Prolobiont sein System aufbaut. Beobachtet man solche sich teilende Zellen (vgl. Abb. 74), so sieht man ganz im Gegensatz zu den Befruchtungs- und Konjugationsvorgängen (Abb. 78), bei denen neue Elemente zu den vorhandenen dazukommen und die Erbmasse wirklich vermehrt wird, daß der ganze umständliche Apparat der *Mitose* nur die Technik gleichmäßiger Verteilung der vorhandenen Materie besorgt. *Die sich teilenden Zellen sind Abschnürungen, Knospen, Ausläufer, die sich nicht ganz selbständig machen, sondern in Verbindung mit dem System bleiben, dem sie entsproßten.* So oft sich das auch wiederholen mag, die Ganzheit bleibt doch nur das erweiterte und in Arbeitsteilung getretene, befruchtete Ei, das aus sich nur herauswickelt, was darin lag, das aus sich entfaltet, was darin zusammengelegt war und im Gametobionten durch den Geschlechtsakt jeweils noch dazu gelegt wird.

Das hat die Biologie von heute auch eingesehen, und gerade die neueste Botanik gewöhnt sich daran, die Pflanze als Ganzheit einheitlich zu werten und auf ihre einheitlichen Reaktionen hin so zu prüfen, wie es die Menschenbeurteilung in ihrer Welt niemals anders gekannt hat. Und von dem Leben dieser Generationen spinnt sich nach gleichem Gesetz der Faden weiter in die Geschlechterketten, die jeweils durch Anpassung ihre Formenbildung ändern, trotzdem aber, und das wird von der objektiven Philosophie trotz aller Kritik der Entwicklungslehre keinen Augenblick bestritten, mit den Ahnen so untrennbar zusammenhängen wie die Erdbeeren eines ganzen Gartens, die aus einer Ausläuferranke einer längst zugrunde gegangenen Stammpflanze hervorgingen. *Die Entwicklungslehre ist ein Irrtum in der Fassung, wie sie heute noch herrscht, die Tatsache der Abstammung, das Verdienst Lamarcks aber bleibt unbestritten!* Es ist nun gar kein Zweifel daran möglich, daß Tiere und Pflanzen genetisch miteinander zusammenhängen, und daß alles, was heute lebt, direkter Nachkomme der Tiere und Pflanzen ist, die vordem auf Erden lebten. Wir haben zwar keine Anhaltspunkte dafür, ob nicht doch etwas von der Katastrophenlehre des *Cuvier* zurecht besteht, ob nicht das eine oder das andere

---

*) Nach Proles: die Knospen, weil er durch Abschnürungen aus der Eizelle sich entfaltet. Auch das Ei und das Spermatozoid (die Gametobionten) werden von ihm durch Sprossung erzeugt.

Mal die Kette riß und Lebenszusammenhänge neu entstanden. Sind sie einmal entstanden, können sie öfters auch entstanden sein. Kein logischer Widerspruch hindert diese Annahme. Ich sage nicht, daß es so ist, ich sage nur, man weiß weder pro noch kontra etwas. Aber jedenfalls spricht alles dafür, daß die Kette der Schöpfung schon seit langem besteht, und daß nicht nur Menschen durch Dokumente ihr Geschlecht auf das XI. und XII. Jahrhundert zurückleiten können, sondern auch die Menschheit auf Urzeiten, und daß die Säuger, ja die gesamten Wirbeltiere, um die Sache vorsichtig auszudrücken, gemeinsamen Ursprung haben. *Es können keine begründeten Zweifel ausgesprochen werden, daß ein Transmutationismus unter gewissen Umständen besteht und vererbt wird.*

Sowohl die Tatsache der Artensprünge *(Mutationen)* wie der *Vererbung* sind wirkliche Beobachtungs- und experimentell prüfbare Tatsachen (vgl. Abb. 69). In den Gärten des Pariser Luxembourg entstand eines Tages an einer gewöhnlichen Rose das erste Exemplar der Moosrosen, dessen Nachkommen heute jeder Gärtner kennt. In Amsterdam zeigte mir der holländische Botaniker *Hugo De Vries* die Nachkommen jener vielen Nachtkerzenarten (Oenothera Lamarckiana), die er eines Tages in Hilversum in der Nähe von Haarlem als wildwachsende Pflanzen entdeckte, und die nun in seinen Kulturen schon jahrelang die sprunghaft abgeänderten Eigenschaften beibehielten. Denn das und nicht die Abänderung macht das Wesen der sogenannten Mutationen aus. Plötzliche Änderungen an einem Lebewesen gibt es viel häufiger; aber diese *Modifikationen* oder *Fluktuationen,* wie man sie benannt hat, und wie sie namentlich den Gärtnern und Tierzüchtern wohl bekannt sind, vergehen immer wieder und hinterlassen in den Nachkommen keine Spur. Sie bereichern die Art nicht, die Mutation aber bereichert sie, sie macht die Welt mannigfaltiger, sie vollbringt das, was man so gerne dem Entwicklungsgesetz in die Schuhe geschoben hätte.

Den ursprünglichen Einwand, daß Mutationen zu selten seien, um durch sie die Eigenschaftenvielheit der Lebewelt erklären zu können, mußte man doch allmählich in dem Maße zurückstellen, in dem man Mutationen kennen lernte: die Kaktusdahlie, die in Amerika entstand, das Merinoschaf, das von einem 1838 geborenen Widder mit langen, seidenartigen Haaren stammt, bestimmte Insekten und dergleichen mehr. Aber, und das ist mir das gegenwärtig Wichtigste, es zeigte sich neuestens auch, daß die Mutationen aus bestimmten Ursachen erworbene, also durch Lebensumstände bedingte Eigenschaften sind, und das entrückt sie wieder dem Bereich des Entwicklungsbegriffes. Der Holländer *P. C. van der Wolk*[73]) hat die Einwendungen*),

*) *Johannsen* wendete ein, die Oenotheraabänderungen seien verwickelte Neukombinationen genotypischer Elemente, die schon in der Stammform vorhanden waren, auch hielt man sie für Bstarde und Rückschläge von in Amerika einheimischen Pflanzen, da die Nachtkerzen der Adventivflora angehören und aus Nordamerika stammen.

die man gegen die *De Vries*'schen Oenotheraversuche ins Treffen führte, zerschlagen durch die Beobachtung eines gewöhnlichen Ahorns, der beschnitten wurde und nun aus den Knospen in der Nähe der durch einen Bacillus infizierten Schnittwunden abgeänderte Blätter und Blüten hervorbrachte und diese jahrelang vererbte. Durch künstliche Infektion mit dem Spaltpilz wurde stets das gleiche Ergebnis erzielt, sodaß man hier die erste Mutation vor Augen hatte, deren Ursache bekannt war. *Aber auch zugleich die Sicherheit, daß die einzige Art von Eigenschaftenmehrung die Dauer hat, dadurch bedingt ist, daß sie in einem Ursachenzusammenhang mit den Lebensumständen steht, also mit dem „Entwicklungsgesetz" als solchem nichts zu tun haben kann! Die Vererbung selbst, an die solche Eigenschaftenbereicherung gebunden ist, kann kein entwickelnder Faktor sein; sie ist nur eine Einrichtung, die das vorhandene Quale konserviert und anders gruppiert; durch Vererbung ist aber noch nie etwas vordem nicht Dagewesenes in die Welt gekommen.*

Auf wenig biologische Fragen hat die Forschung wohl so viel Mühe verwendet, wie auf das Studium der Vererbung, und trotzdem kann man sagen, daß auch selten eine Arbeit so steril geblieben ist, wie die Vererbungsforschung. Hätte nicht ein günstiger Zufall dem österreichischen Ordenspriester *Gregor Mendel* das Zahlengesetz der Vererbung *(Mendelgesetz)* in die Hand gegeben, durch das wenigstens die Verteilung der Erbmasse berechenbar geworden ist, seitdem der Wiener Botaniker *C. v. Tschermak* *) die Mendelversuche in wissenschaftliche Form kleidete, so wäre die ganze Arbeit im Dickicht der Vererbungshypothesen stecken geblieben. Der Kern dieses Mendelgesetzes regelt bekanntlich die Merkmalverteilung bei Rassekreuzungen. Unter gleichbleibenden Lebensbedingungen zeigte sich bei Kreuzungen ein bestimmtes, verfolgtes Merkmal in den Mischlingen; in der Enkelgeneration nur 50 Prozent gemischtrassige Exemplare, dagegen je 25 Prozent reinrassige Exemplare der beiden Ausgangsrassen, die also wieder entmischt werden. Diese Aufspaltung beweist die in der Menschengeschichte längst klar gewordene enorme Bedeutung der Großeltern für die Eigenschaften, außerdem aber, daß durch Vererbung keine „Mischung", sondern nur eine Durcheinanderschüttelung der „Merkmale (Gene = Erbeinheiten) entsteht, niemals etwas Neues, sondern nur Kombinationen des Alten, die langsam auch wieder die ursprünglichen Zustände herstellen. Die Vielgestaltigkeit der Lebewesen ist ein Würfelspiel aus freien Mischungen und Trennungen von verhältnismäßig wenigen Grundanlagen. *Wäre also nicht die Bereicherung durch erworbene Eigenschaften, so gäbe es überhaupt nur unveränderliche Arten.* An dieser tausendfach bestätigten Mendelregel läßt sich nicht rütteln. Sie ist der feste Kern der Vererbungslehre geblieben, der von den übrigen

---

*) Mit *H. De Vries* und *C. Correns* zusammen.

11*

Annahmen nur in wechselndem Reigen umtanzt wird. Es ist an sich hiefür ebenso nebensächlich, ob man die Teilstücke gewisser Fäden in den Zellkernen von Ei und Spermafäden, ebenso in den sich teilenden Zellen (die sogenannten *Chromosomen*, vgl. Abb. 74), als die Träger der Vererbungseinheiten ansieht, wie daß man nach dem Beispiel des Münchner Zoologen *Semon* die Vererbung auf eine psychologische Basis stellte und ihre Gesetzmäßigkeit mit der des Gedächtnisses analog auffaßte (*Mnemelehre*). So sehr das auch berechtig*t* ist, so wenig führte es über das hinaus, was man schon wußte, nämlich über die Tatsache, *daß Vererbung wie Gedächnis immer nur reproduzieren, aber nicht schöpferisch sind.* Erst die *Vererbung erworbener Eigenschaften* bereichert die Mannigfaltigkeit, und so spitzen sich also die den Kern dieser Fragen erfassenden Arbeiten darauf zu, ob es Belege für diese theoretisch unabweisbare Möglichkeit gibt oder nicht. Im allgemeinen schien die Erfahrung ihr zu widersprechen. Täglich erlebt man es im Kreis des Menschenlebens, daß ein Vater mit einem amputierten Arm oder Bein normale Kinder zeugt. Das klassische Beispiel sind die Orientalen, die trotzdem sie nun seit mehr denn hundert Generationen die Beschneidung üben, dennoch Kinder mit einem rassenmäßig normalen Präputium in die Welt setzen. Trotzdem ist heute die Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften auch praktisch in bejahendem Sinn gelöst. Nicht nur in jenem spitzfindigen Sinn, daß — wie der österreichische Vererbungsforscher *P. Kammerer* sehr richtig bemerkt — jeder Mutationsfall eine Vererbung erworbener Eigenschaften bedeutet, sondern auch experimentell beliebig zergliederbar im Fall des oben beschriebenen *van der Wolk*'schen Falles. Ein anderes Beispiel ist die von *Kammerer* selbst untersuchte Verlängerung der Ein- und Ausströmröhren der Darmscheiden *(Cione intestinalis)*, die man ja auch experimentell erzeugen kann, und die prompt vererbt wird. So steht denn die Frage derzeit so, daß man nur sagen darf, es werden zwar nicht alle beliebigen Veränderungen, die den Körper treffen, vor allem nichtbiologisch passive Merkmale vererbt, wohl aber das Aktivgut, das der Organismus selbst eingebracht hat, in verschiedenen gut durchanalysierten Fällen. Aber auch da scheint die Einschränkung zu gelten, daß sich nicht die individuellen Variationen — das, was die Vererbungswissenschaft jetzt mit einem guten Ausdruck den *Phänotypus* nennt — vererben, sondern die Arteigenschaften, d. h. der *Genotyp*. Und Mutationen sind dann genotypische Variationen (*Johannsen*). Das haben — und der Kenner der Wissenschaftsgeschichte wird hiebei ein Lächeln nicht unterdrücken können — die praktischen Pflanzen- und Tierzüchter, die Bauern, die Urmenschen schon lange vor aller Wissenschaft gewußt und durch die Tat bewiesen. Sie haben nämlich alle Kulturpflanzen und Haustiere auf diese Weise gezüchtet: das Pferd aus dem Wildpferd der Steppe, den Haushund aus dem Torfhund der Glazialzeit, das Getreide

Abb. 67. Fertiler Sproß des Schachtelhalms (Equisetum) mit zahlreichen Archegonien

Die einfachste Form der „Blüte“. Vergrößerte Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München

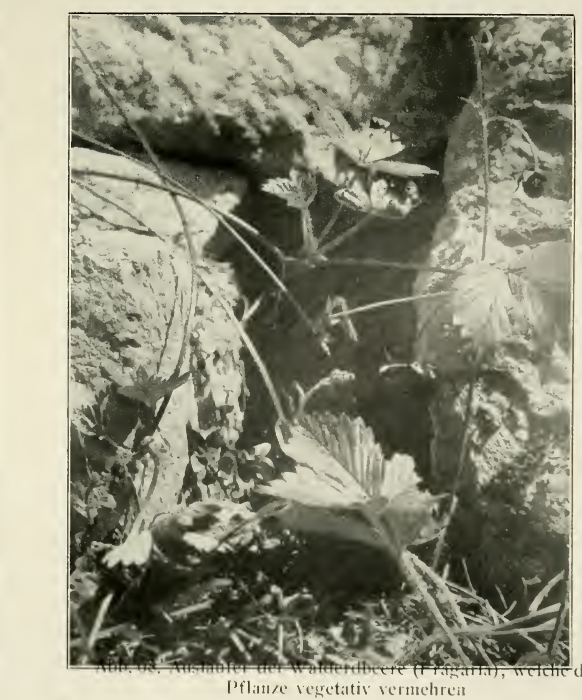


Abb. 68. Ausläufer der Walderdbeere (Fragaria), welche die Pflanze vegetativ vermehren

Originalaufnahme



Abb. 69. Sprungartige Abänderung. Fluktuation eines Blattes der Eiche (Quercus)
Auf dem etwa 50jährigen Baum, dessen normale Blätter unten wiedergegeben sind, fand sich ein Zweig mit Riesenblättern, wie oben abgebildet. Der Baum stand in einem Eichenwäldchen bei Groß-Hadern in München. Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München

aus wilden Gräsern Vorderasiens, die Edeläpfel aus den Holzäpfeln des heimischen Waldes, die Zuckerrübe aus der holzigen Meerstrandrübe usf., indem sie unter vielen, vielen Exemplaren ständig Auslese hielten, und zwar nicht unter den gelegentlichen Modifikationen, sondern unter den genotypen Variationen, die das erworbene Mehrgut auch vererbten. Man hat also von je praktische Mutationslehre getrieben, und das menschliche Wissen hat sich wieder einmal wie bei allem erst nachher Rechenschaft abgelegt, Klarheit verschafft und eine Theorie gebaut über das, was man getan hatte.

Damit ist aber von unserem Problem alles abgeschält, was die Entwicklungslehre im *Darwin-Häckel*'schen Sinn darum gehäuft hat, und übrig bleibt nun nicht eine „Entwicklung der Lebewelt vom Urtier zum Menschen" durch einen geheimnisvollen Entwicklungstrieb, sondern die Tatsache, *daß alles Lebende Eins ist,* eigentlich ein in viele Individuationen zerspaltenes Plasmawesen, das seinen Genotypus ständig reproduziert, aber durch Anpassungsarbeit, durch jeweilige Reaktion auf ganz bestimmte, konkrete Reize, die als Nötigung wirkten, diesen Genotyp vielfach in den Formen vom Urtier bis zum Menschen variiert. Wenn also auch die Entwicklungslehre fällt, an ihrer Stelle bleibt doch die Abstammungslehre bestehen. Denn an dem Zusammenhang zwischen großen Reihen von Pflanzen und Tierarten läßt sich nicht zweifeln.

Die Beweise dieser Abstammungslehre sind oft und in glänzender Form, namentlich in England von *Huxley*, der sich nicht umsonst den Generalagenten *Darwins* nannte, in Deutschland von *C. Wiedersheim*, *K. Guenther*, *W. Boelsche* und *E. Häckel* ausgebreitet worden, ja hierin ruht sogar das wirkliche und unvergessene Verdienst *Häckels*, groß genug, um ihm die Dankbarkeit noch mancher Generation zu sichern. Aber es ist auch auf wenigen Gebieten der Naturerkenntnis, vielleicht nur noch in der Ätherfrage oder einst um den „tierischen Magnetismus" jetzt um den Okkultismus, so beharrlich Irrtum und Wahrheit durcheinander gemengt worden, wie um die Abstammung des Menschen, die „Affenfrage" und alle diese hypothetischen Stammbäume, die es glücklich fertig gebracht haben, daß, gleichwie kein Forscher von Reputation sich heute gerne mit den landläufigen Okkultisten zusammen nennen lassen mag (sehr zum Schaden der wirklichen Erkenntnis), so auch eine merkliche Abneigung gegen alle diese Stammbaumfragen und populäre „monistische" Propaganda einzusetzen beginnt.

Tatsache ist, *daß es keine Berechtigung gibt, zu sagen, von den Urtieren bis zum Menschen sei die einheitliche Abstammung nachgewiesen.* Es ist vielmehr im Gegenteil noch völlig offen, ob die Tierwelt einen monophyletischen oder polyphyletischen Ursprung besitzt, so wie auch im Pflanzenreich die Stämme der Flagellaten, der Siphoneen, der Schizophyceen, der Archegoniaten nicht auseinander oder von einfacheren Formen abgeleitet werden können. Dagegen gibt es in beiden Reichen, die auch

nicht gut auf einheitliche Urformen zurückgeführt werden können, lange Formenreihen, die sich über Arten, Gattungen, Familien und Klassen erstrecken, deren Blutverwandtschaft ganz unzweifelhaft ist. So ist, und das mag wohl in der ganzen Abstammungslehre das prinzipiell Wichtigste sein, der *genetische Zusammenhang des Menschen mit der Tierwelt* unzweifelhaft. Nach einem volkstümlich gewordenen Wort ist die Blutverwandtschaft zwischen den niedrigsten Menschenrassen wie also etwa den Weddas, den Buschmännern oder den Hottentoten und den Menschenaffen, wie Schimpanse, Gibbon oder Orang größer als zwischen den tiefstehendsten Menschen und den Vertretern europäischer Kultur.[74]) Das ist ein Satz von ganz außerordentlicher Tragweite, ich will es gestehen: er ist vielleicht der wichtigste der gesamten biologischen Erkenntnis. *Bestände ein prinzipieller Unterschied zwischen Mensch und Tier, wäre ein einheitliches Denken überhaupt nicht möglich.*

Die zweifellose Abstammungskette der höchsten Säuger geht aber bis weit in die niederen Wirbeltiere, mit einigen Konzessionen tatsächlich bis zum Lanzettfischchen (*Branchiostoma*, in der ganzen älteren Literatur noch *Amphioxus* genannt) zurück. Dann folgt allerdings eine sehr wesentliche Lücke, die noch durch nichts denn Worte überbrückt ist. Genau so sind die Blütepflanzen und bei einigen Konzessionen die ganzen Kormophyten, also alle Pflanzen, von den Rosenblütigen angefangen, die zweifelsohne im pflanzlichen Lebensbereich das darstellen, was der Mensch im Tierischen ist, bis hinab zu den Lebermoosen (vgl. Abb. 34) von einheitlicher Abstammung, und kein Begriff ist durch die Gesetze des Pflanzenlebens mehr gerechtfertigt, als der in der Botanik so gebräuchlich gewordene der „natürlichen Pflanzenfamilien" (vgl. nochmals Anmerkung 74 Schluß).

An dem *Prinzip* also läßt sich nicht zweifeln, und dem gegenüber ist es wahrlich nebensächlich, in welchem Umfang es angewendet werden kann. Diese Abstammungstatsache ist es, die durch die jedem auch nur halbwegs Naturgebildeten bekannten Erscheinungen der biogenetischen Rekapitulation (vgl. Bd. I Abb. 26), der merkwürdigen Festhaltung von fremden Larvenformen, der rudimentären Organe, durch die Mischbarkeit der Blutsera und gewisse Tatsachen der Tiergeographie belegt wird. Wenn die Wale zwar keine hinteren Gliedmaßen, wohl aber unter der Haut verborgene Reste eines Beckengürtels, sogar manchmal von Schenkelknochen besitzen, oder wenn die Weibchen des kleinen Frostspanners (Cheimatobia brumata), die nicht fliegen, dennoch kleine Flügelstummel aufweisen, wenn der Mensch in der halbmondförmigen Falte im Auge ein Organ entwickelt, das ihm keinerlei Dienste leistet, oder wenn der menschliche Embryo ein ausgesprochenes Schwanzskelett und das Skelett des Menschen deswegen auch bald 33, bald 34 Wirbel besitzt, weil bei vielen Menschen ein Kaudalwirbel mehr vorhanden ist, so sind alle diese „Rudimente" nicht anders zu verstehen, als

daß die Vorfahren aller dieser Organismen eben anders gestaltet waren.[75]) Wenn dagegen der Mensch gewisse Einzelheiten und Organanlagen mit den Amphibien bezw. Reptilien teilt, so die vorhin genannte Plica semilunaris oder das Foramen entepicondyloideum humeri oder das primitive Verhalten des Canalis facialis oder die in alternierenden Reihen sitzenden, auf ein Schuppenkleid zurückweisenden Haargruppen oder den Musc. orbitalis, der schon bei Fischen angebahnt ist oder Organe gleich der Zirbeldrüse bezw. dem Pinealorgan mit den Fischen der Devonzeit, da diese schon ein entsprechendes Scheitelloch in den Schädeldecken besitzen, wenn er mehrfach Zähne bekommt, ein Milchgebiß, die eigentlichen Zähne und die Weisheitszähne nach Art der Fische und Reptilien, die sich eines unbeschränkten Zahnersatzes erfreuen —, so kann die Folgerung aus alledem nichts anderes sein, als daß seine Vorfahren so oder ähnlich gestaltet waren und diese Eigenschaften noch beibehalten haben in einer verkümmerten Form, wie sie funktionslosen Organen zu eigen ist. Genau dasselbe besagen die schon traktierten (Bd. I S. 91—94 Abb. 26) Beweise aus dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte oder die Tatsache, daß die jedem Seefahrer bekannten Entenmuscheln (Lepas), die in Wahrheit Krebse sind *(Cirripedia)*, diese ihre Abstammung durch die krebsartigen Larven *(Nauplien)* beweisen; genau das gleiche, die berühmte Folge der Vorahnen des Pferdes oder das Auffinden von Zwischenformen zwischen Vögeln und Reptilien nach Art des Urvogels *(Archaeopteryx)*. Nicht minder beweiskräftig sind die Beobachtungen der *Tiergeographie*. Die Juwelen der Vogelwelt, die Kolibris, sind mit ihren gesamten 400 Arten ausschließlich auf Amerika beschränkt. Die Affen Südamerikas werden als Neuweltaffen besonders und einheitlich unterschieden, so sehr tragen sie gegenüber den anderen Affenarten ihr besonderes Gepräge. Die palaearktische Fauna dagegen greift reichlich nach Nordamerika hinüber. Das ist nur unter Annahme der Abstammungslehre verständlich, da Nordamerika bis in die geologische Neuzeit mit Sibirien verbunden, Südamerika aber isoliert war. Auch der ganz isolierte Kontinent Australien hat seine Sonderfauna in den Beutlern, die früher überall verbreitet und verdrängt, dort ihr Asyl gefunden haben.

So ist denn gar kein Zweifel an der inneren Einheit unseres Geschlechts mit der lebenden Natur mehr möglich, und die ergreifenden Worte, die *Goethe* zu Eckermann sprach, als er ihm von dem Siege der zum Abstammungsgedanken drängenden Denkrichtung in Frankreich berichtete: „Dieses Ereignis ist für mich von ganz unglaublichem Wert, und ich juble mit Recht über den endlich erlebten allgemeinen Sieg einer Sache, der ich mein Leben gewidmet habe, und die ganz vorzüglich auch die meinige ist" — sie müssen jedem Menschen in seinem eigensten Interesse ganz aus seiner tiefsten Seele gesprochen gelten, denn hier erfaßt das Denken wirklich einen der Grundsteine, auf denen der ganze Bau unserer Vorstel-

lungen vom Verhältnis des Menschen zu seiner Umwelt ruht. In diesem Abstammungskomplex inbegriffen ist doch auch eine der Fragen aller Fragen, nämlich die der Menschwerdung, die Ursache des Auftauchens des Menschenkopfes aus trübem Elend des bloß tierhaften Lebens. Man gebe sich nämlich nur keiner Täuschung hin: so vollendet auch die Biotechnik des tierischen Körpers funktioniert und den Verstand mit einer Überfülle der sinnigsten und leistungsfähigsten Erfindungen fasziniert, so trist und jämmerlich beginnt das Dasein auf der erreichten neuen Integrationsstufe des Zellenstaates. Das Leben der Tiere, auch der höchststehenden, verläuft nun einmal unbeschreiblich primitiv. Gerade, da ich diese Zeilen niederschreibe, komme ich von einem Erholungsspaziergang heim, auf dem ich sinnend der Flucht eines Hasens vor dem ihn vergeblich verfolgenden Hühnerhund und den Störchen zusah, die vom Dache unseres Rathauses im Gold der Abendsonne den Flug antraten, um sich noch einen Bissen vor der sinkenden Nacht zu erjagen.

Und diese Wunderwerke — was ist doch ein Hase und ein Storch für ein komplizierter Organismus! — sind genötigt, der eine stets voll Angst, unsicher, gehetzt, in einer Welt voll hasenlüsterner Ungeheuer vorsichtig umherzuschleichen in diesen Tagen des Vorfrühlings, auf der Suche nach junger Saat, Klee, Baumrinde, die er furchtsam, mit Erde verunreinigt, zerkaut, um dann in einer mit den Krallen mühsam zurechtgekratzten Erdmulde die schreckenerregende, lange Nacht zu verbringen, stets gewärtig, von einer Katze, einem Marder, von Wiesel, Fuchs, Uhu und Krähen selbst da überfallen zu werden, wo ihm kein Mensch droht. So elend ist dieses ungeschützte Vagantendasein, daß es längst keine Hasen mehr gäbe, würde nach dem alten Neckrätsel sich Meister Lampe nicht jedes Jahr versechzehnfachen.

Und der Storch, der ein König ist in seinem Revier gegen die Hasen, an deren Brut er sich oft genug vergreift, wie kläglich vergeht dennoch sein Abend! Hinaus, auf gut Glück fliegt er da, ein armseliger, kulturloser Wilder, der hungrig sucht und mit verirrten Bienen und Schnecken und Regenwürmern vorlieb nimmt, wenn er kein Mäuslein oder Vogelnest oder Frösche erbeuten kann. Was ist das für ein Leben, zuckende, lebendige Frösche hinabzuwürgen und Sumpfwasser zu trinken und dann die kalte, regnerische Nacht zu verbringen, ungeschützt, zusammengekauert auf einem miserablen Ästehaufen, bis ihn wieder der Hunger hinaustreibt zu neuer, rastloser Jagd! Was ist doch dieses Städtchen dagegen für ein Wunderwerk von Leistungen auf der gleichen Integrationsstufe! Sie alle, diese tausend Familienväter, die es bewohnen, brachten an dem Tage, da sie auf die Welt kamen, nicht mehr mit als Hase und Storch und jedes Tier. Im Gegenteil, schutzloser und unbehilflicher ist der kleine Mensch als das junge Tier. Und ursprünglich ist das Leben des Menschen auch nicht anders verlaufen wie so ein Tag der wilden Tiere. Ohne Obdach oder nur

in feuchten, schmutzigen Höhlen wohnend, nur vertrauend auf die Kraft seiner Muskeln, die Schnelligkeit seiner Beine, die Kraft seiner Zähne, die Schärfe seiner Augen und die Erfindungen seines Hirnes, begann er seine Laufbahn tierisch als Tier unter Tieren, so wie sie auf ewiger Jagd nach Nahrung, auf immerwährender Flucht vor Feinden, und was hat er aus seinem Leben zu machen verstanden! Es ist ein ganz falscher Begriff, das geht mir in dieser Stunde auf, von dem Menschen eine Übergeistigkeit, Urteile über Welt und Leben, Einsicht in die letzten und höchsten Fragen zu verlangen; er hat genug, er hat sogar Unerhörtes geleistet mit seiner Zivilisation und der Organisation des bürgerlichen Daseins, eine Leistung, die ganz ebenbürtig neben den Anpassungen und Funktionen der Zellen und des Weltenbaues steht.

Das muß alles nicht sein; Geist, Genie, Erfindung, Liebe, Güte und Aufopferung in unermeßlichen Mengen ist schon in allem, was einen Menschen in seiner einfachen Alltäglichkeit umgibt: im Obdach, im Haus mit Treppe, Kammer und Stube, mit Herd und Bequemlichkeiten, im Gerät, mit dem er sich umstellt, in Tisch und Stuhl, Schrank und Bett, oft genug mit feinem Sinn köstlich gearbeitet, auf das scharfsinnigste eingerichtet, fein zueinander abgestimmt; in der Kleidung, schmeichelnd, warm und kühl, wie er es wünscht, seine Körpervorzüge hervorhebend, seine Mängel höflich verdeckend. Wie wunderbar, daß jeder enthoben ist der ganzen unerträglichen Mühsal, sich das alles selber schaffen zu sollen, wozu weder des Lebens Dauer, noch des Armes Stärke, der Hand Geschick, am wenigsten aber des Hirnes Befähigung zureichen würde. Denn in dem Gerät des Alltags sind Erfindungen, Einfälle, Verstand, Erfahrung, Geist von hundert Generationen und zehntausend Köpfen hineingearbeitet, mehr als in die geistreichsten Bücher, wenn man damit den reinen Naturzustand vergleicht.

Vergißt man nicht jeden Tag darauf, daß der Mensch seine Zoësis in einer schlechthin genialen Weise ausgemessen, bis an ihre äußersten Grenzen hinausgeschoben und wahrhaft optimal durchgearbeitet hat! Welche Hilfsbereitschaft, welches Pflichtgefühl, welche Unsumme vornehmster Ethik ist doch hineingebaut in seine sozialen Organisationen! Da das Rathaus; es sorgt für mein Licht, die Sauberkeit meiner Straßen, die Schönheit der Gärten, in denen ich lustwandle, die Sicherheit meines Eigentums; dort das Krankenhaus, die Schule, die Kirche, das Armenhaus, der Arzt, der Rechtsanwalt, die Feuerwehr, die zahllosen Handelsleute, durch die bei einer einzigen Mahlzeit alle Klimate und Erdteile mir ihre Produkte senden, da Post und Eisenbahn, das Theater, die Musiker, die Zeitung, die Lehrer, die Bücher, die Dichter, — ein Kosmos, ein wohlgeregelt Abbild der Welt zu meinen Diensten! Und ich brauche als Gegenleistung nur in dem, was ich kann, tüchtig sein und fleißig acht und zehn Stunden im Tage, und dieser ganze Zaubergarten, diese Quintessenz von tausend und abertausend

gescheiten, genialen und fleißigen Hirnen dient mir jeden Tag vierzehn und sechzehn Stunden lang.

Das ist die eigentliche Leistung des Menschenhirnes; *dazu ist es da. Diese Welt zu schaffen war die Aufgabe und Möglichkeit seiner Integrationsstufe; als primus unter den Tieren hat der Mensch diese Aufgabe nahezu optimal gelöst.*

Das verstehe ich unter Menschwerdung. Dieser Prozeß, der wunderbarste und komplizierteste unter allen biologischen Vorgängen, muß an der Abstammung gemessen werden; dann hat man wieder Güte, Liebe, Verehrung, Bewunderung und volle Hingabe für das, was der „Mensch" eigentlich ist. Was uns so oft mit den Mitmenschen unzufrieden sein läßt, die bewegliche Klage, welche die über ihr Geschlecht Hinausgehenden so oft anstellen, daß die Menschen nicht verstehen und nicht hören auf ihre Worte von Vollendung und Ideal, von Jenseits und höchster Pflicht im Schönen, Guten und Lebensfördernden, daß sie immer wieder lieber in ihre Bürgerlichkeit und den Kreis ihrer Zoësis zurückkehren und noch das Leben eines jeden, der sie über diesen Kreis hinausführen wollte, zu einem Martyrium machten, das ist von nun an für mich und jene, die mich verstehen, als Irrtum unseres eigenen Mißverständnisses erkannt und überwunden.

*Solches ist eben nicht die biologische Funktion des Menschengeistes.**) Mit seiner Zoësis rundet sich des Menschen Wesen. Was darüber hinausgeht, gehört einer höheren Integrationsstufe als der Mensch an! Ein geheimes Zeichen an der Stirn kündet unter Tausenden von Menschen dem Suchenden, wenn er wieder einen von jener höheren Artung gefunden hat, die eine neue Seinsstufe vorbereiten, eine *Geistwerdung,* eine *Kultur,* wenn Zivilisation die Menschwerdung gewesen ist.

---

*) Mit der objektiven Philosophie geht darin ganz konform die Philosophie des Als ob von *H. Vaihinger.* In der sehr guten Selbstdarstellung seiner Lehre sagt *Vaihinger* hierüber folgende ausgezeichnete Sätze: „Es ist die alte Klage, daß der menschliche Geist an enge Schranken gebunden sei, von denen höhere Geister nicht eingeengt seien. Meiner Meinung nach aber liegen jene Grenzen des Erkennens nicht in der spezifischen Natur des Menschen im Gegensatz zu anderen, eventuell höheren Geistern, sondern jene Schranken liegen in der Natur des Denkens überhaupt, d. h. sie müßten, wenn es höhere Geister gäbe, auch diese und sogar den höchsten Geist begrenzen. Denn das Denken dient ursprünglich nur dem Willen zum Leben als Mittel zum Zweck und erfüllt auch nach dieser Seite hin seine Bestimmung. Nachdem aber das Denken nach dem Gesetz des Überwucherns des Mittels über den Zweck sich von seinem ursprünglichen Zwecke losgerissen und sich zum Selbstzweck gemacht hat, stellt es sich auch Aufgaben, denen es nicht gewachsen ist, weil es selbst überhaupt nicht für sie gewachsen ist, und schließlich stellt sich das so emanzipierte Denken Aufgaben, die in sich selbst sinnlos sind, wie z. B. die Fragen nach dem Ursprung dessen, was wir Materie nennen, nach dem Anfang der Bewegung, nach dem Sinn der Welt und nach dem Zweck des Lebens. Betrachtet man das Denken als eine biologische Funktion, so erkennt man, daß das Denken sich damit unmögliche Aufgaben stellt und über seine natürlichen Grenzen, die jedem Denken als solchem gezogen sind, hinausstrebt." (Die Deutsche Philosophie d.Gegenwart. II.Bd. Leipzig 1921. S.291.)

So weit wir nun auch noch von einer wirklichen Kultur entfernt sein mögen, die *biologische* Funktion des Menschengeistes ist ihrer Vollendung nahe. Jedenfalls ist das, was noch fehlt zur wirklichen Erfüllung des menschlichen Seins und seiner Funktionen, zum wahren Optimum und zur definitiven Harmonisierung, so drückend und unerträglich es sich auch manchmal auf die Seele legen mag, weit geringer als das, was schon erreicht worden ist. *Die objektive Philosophie mit ihrer Lebensregelung ist nichts anderes als eines der Mittel, durch die das Optimum der Menschwerdung und des Menschenseins erreicht werden kann und soll.* Was darüber hinaus ist, gehört zwar auch noch in ihren Gesichtskreis, bezieht sich aber nicht mehr schlechthin auf die Menschheit als solche und als Masse, sondern zielt auf die den Menschen übergeordneten Integrationsstufen, zunächst auf die schöpferischen Menschen.

Immer wieder ist es uns bei der Erforschung der Weltgesetze entgegengetreten, wie die eine Seinsstufe in die andere sich verwandelt, nicht durch eine geheimnisvolle, von selbst eintretende „Entwicklung“, sondern durch eine bestimmte *Leistung*, die Früchte trägt, wenn man sie mit Erfolg tut, und die unsichtbar ist, wenn sie unterbleibt. Haben wir nicht an Atom und Molekül gesehen, daß das Zusammenwirken nach bestimmtem Gesetz die höhere Stufe der Materie mit ihren *bestimmten neuen* physikalisch-chemischen Eigenschaften schuf, daß die vektoriell gerichteten, bestimmten neuen Raumgitter von Molekülen den Kristall und seine Wunderwelt aufleuchten lassen; sah man nicht in der Organismenbildung, wie dieser Weg der Assoziierung vor sich geht? Daß die Zellen, die sich unter bestimmte lenkende, denkende unterordnen, dann zu einer höheren Stufe aufsteigen, als jede einzelne von ihnen es jemals kann? Klar vorgezeichnet ist damit der Weg. Die „Geistwerdung“, die Kultur in unserem Sinn*), wenn nun einmal für die höhere Stufe der Menschwerdung diese Bezeichnung festgehalten werden soll, kann darnach wohl nur das Resultat einer Vereinigung und Organisation unter der Leitung jener sein, die über die bloße Zoësis hinausgekommen sind. Wobei es freilich ein Problem für sich ist, ob die körperliche Organisation des Menschen überhaupt noch mit einer solchen weiteren Spannung der Ziele in Harmonie gebracht werden kann, ob Geist im Menschenkörper nicht Widernatur ist, und ob nicht erst die Menschenform *in eine neue Verwandlung, vielleicht in das*

*) Kultur wird dadurch festgelegt als *die Arbeit an dem Optimum des Ganzen*, dem wir angehören, oder, wenn man so sagen darf, als die Harmonisierung des Bios — während Zivilisation das Optimum in der Zoësis der Menschheit anstrebt. Insofern ist Kultur der höhere und keineswegs jedem zugängliche Begriff, wenn auch jeder, der zivilisatorisch tätig ist, zugleich auch damit kulturell schafft. Denn die volle Erfüllung des Begriffes Mensch ist die Vorbedingung zur Harmonisierung des Menschen im Weltganzen. Ein Kleinbürger, der sich ein ihm angemessenes organisches Haus baut, schafft damit auch Kultur, ohne zu wissen, daß er es tut.

„Werk“ übergegangen sein muß, um auf der höheren Integrationsstufe wieder mit Erfolg nach Verwirklichung der uralten Gesetze des Optimums zu ringen.

Nicht hier im Rahmen einer allgemeinen Untersuchung der Weltgesetze kann diese nur für die Innenorganisation des Menschendaseins Wert habende Frage in ihrer vollen Tragweite erörtert werden, hier ist sie nur als ein Grenzgebiet erreicht; ihr wahres Entfaltungsgebiet ist der Teil der objektiven Philosophie, der sich mit den Gesetzen des Denkens und Schaffens beschäftigt, aber es durfte auch nicht ganz an ihr vorübergegangen werden, denn sie bewies, wie mit der optimalen Entfaltung der Zoësis die „Menschwerdung“, das, was eine ältere Terminologie die Entwicklung des Menschen genannt haben würde, abgeschlossen wäre.

Zweifellos ist es freilich, daß unser Tasten und Gestalten auf der übergeordneten Seinsstufe von dem Erreichen des Optimums ebenso entfernt ist, wie das kulturelle Leben der Tiere und des Urmenschen[76]) von dem seinen, wozu es erst in der Kultur des Menschen namhafte Ansätze erreicht. Es ist aber ebenso zweifellos, daß das Erreichen des optimalen Gleichgewichtes in der Lebensregelung des Menschen den steten Krisen und Änderungen, die der Mensch so hoffnungsirrend seine Entwicklung nannte, ein Ziel setzen wird. Denn — und damit schließt sich nun dieser große Kreis von Gedanken, der mit der Betrachtung der Rolle des Denkens für das Menschenleben anhob — überall in der Welt des Wirklichen sieht man, wie mit dem Erreichen des Gleichgewichtes alle Transmutationen sistiert werden. Mit anderen Worten, wie ich bereits auf Seite 94 des ersten Bandes nachweisen konnte, es ist erstaunlich, daß man sich auch nur kurze Zeit darüber täuschen konnte, daß alle sogenannte Entwicklung durchwegs bedingt sei, daher diskontinuierlich abläuft und sofort aussetzt, wenn die auslösenden Ursachen fehlen.

Was dort gesagt ist von der *Umkehrbarkeit von Entwicklungsvorgängen* des *Organismus* und der *Inkonstanz der phylogenetischen Entwicklung*, wird hier nach all dem Vorangegangenen endlich den Punkt nach dem Entwicklungssatz setzen. Was ich hier vorbrachte, das sind die Gründe, warum ich bekennen muß, was meine Überzeugung ist: *Entwicklung im Hegel-Häckel-Huxleyschen Sinn existiert nicht. Die Welt als Ganzes ist vielmehr ein konstantes System, das solange überall und dort Transmutationen unterworfen ist, wo es nicht seinen partiellen Ausgleich und nicht den totalen Ausgleich der Teile erreichte,* das *daher im Ganzen stets optimoklin gerichtet ist.* In der Sprache der älteren Philosophie würde dieser Satz so lauten, daß die Entwicklung nicht dem Weltbegriff immanent sei. An diesem Begriff aber hält die Naturforschergeneration fest, die von den genannten Führern erzogen wurde, wobei sie oft einen plumpen Materialismus mit einer wahrhaft metaphysischen Überzeugung auf das Erstaunlichste verbindet. So hat man (z. B. *C. Nägeli)* in der



Abb. 70. Ein Wetterbaum in den Hochalpen (sogen. Rohne) als Zeuge der Wetterunbilden, denen die Bäume im Gebirge ausgesetzt sind
Motiv vom Brandkogel im Wilden Kaiser in Tirol. Original



Abb. 71. Regeneration aus dem Blatt von Bryophyllum. Nach Goebel.



Abb. 72. Die Kälteanpassung der Christrose
(Helleborus viridis)

Die Pflanze hat bei starkem Frost die Blätter gesenkt, wodurch ein Teil vor dem Erfrieren geschützt war. Originalaufnahme von K. Siegle, Pforzheim

Biologie einen „Trieb nach Vervollkommnung“ angenommen, an dem letzten Endes eigentlich, wenn auch verkappt, diejenigen festhalten, die sich „innere Ursachen“ als Motor für den „Aufstieg“ der Lebewelt vorstellen.

Die objektive Denkweise kann natürlich auch diesen Vervollkommnungstrieb nicht anerkennen. Ihr ist das, was man Entwicklung nennt, nur eine bedingte Erscheinung. Sie war erst gegeben als Ausgleichsvorgang, als der Weltprozeß in Gang kam, um die Störungen auf dem Wege zur Harmonisierung zu überwinden. Sie ist eines der Mittel, deren sich die Weltmechanik bedient, um die optimokline Richtung einzuhalten. Darum verläuft — was so viel bewundert und niemals verstanden wurde — die Mechanik der *Ontogenie, Phylogenie und Regeneration der Organismen in ihren Erscheinungen mit einander parallel.* Ihr Endziel ist eben in allen drei Fällen nur der Ausgleich der Störungen, und sie stehen still, wenn wieder der Ausgleich erreicht ist. Durch Störungen wird jeder dieser Prozesse in Bewegung gesetzt, durch Verstärkung der Störungsursache werden sie beschleunigt; in dem Maße, in dem optimale Zustände angenähert werden, werden sie verzögert oder aufgehoben.

Das sind experimentell prüfbare Sätze, zu deren ausführlicher Belegung es freilich nicht weniger Seiten, sondern eines umfangreichen Sonderwerkes bedürfte. Was dort ausgeführt werden kann, muß hier mit einigen Hinweisen erledigt werden.

Das wichtigste in dieser Hinsicht, was nach den Vorarbeiten dieses Abschnittes noch zu tun übrig blieb, ist die Feststellung, daß sich *Regenerationen* ganz nach dem Gesetz der Ontogenie vollziehen. Die Tatsache der Regeneration ist weit über den Kreis der Biologen jedermann bekannt, der es einmal beobachtet hat, wie einer Eidechse der verloren gegange Schwanz nachwächst oder am eigenen Körper eine defekt gewordene Hautstelle sich wieder „regeneriert“. Im Pflanzenreiche sind diese Regenerationen nicht so auffällig. Wenn irgendwann die Maikäfer einen Baum kahl fressen, ersetzen die Blätter nicht die verloren gegangenen Stücke, sondern es treiben dann die am Stamm und an den Ästen verteilten Reserveknospen aus, und das ist keine Regeneration. Es ist eben die Pflanze, wie man an jedem Wetterbaum im Hochgebirge sehen kann (Abb. 70), eigentlich so etwas wie ein Tierstock, eine Koralle, ein dezentralisiertes Gemeinwesen, das ständig da abstirbt und dort zuwächst, für dessen Lebensbetrieb also eine Verletzung von Teilen keine Störung bedeutet. Darum antwortet darauf, ganz wie es unsere Auffassung verlangt, die Pflanze nur unter Umständen mit einem Prozeß, wenn ihr Betrieb gestört ist. Die Wettertanne (Abb. 70) erträgt es ohne weitere Reaktion, wenn ihr der Sturm Äste knickt und sie an der Luvseite „windschert“, wenn aber ein Vögelein sich an der Fichte auf den das Wachstum führenden Gipfelsproß setzt und ihn versehrt, dann richten sich die Seitenzweige senk-

recht empor und übernehmen die Führung des Wachstums. (Kandelaberbäume). Oder, wie die einzigartige und darum höchst beachtenswerte Photographie einer Nießwurz (Helleborus viridis) auf Abbildung 72 zeigt*), die Pflanze handelt in diesem Fall durch Herabsenken der Blattstiele sofort, wenn ihr in einer Frostnacht der Tod droht; ähnlich reagiert z. B. das in Abbildung 36 dargestellte *Geranium* auf Verletzung. Demgemäß gibt es, wie namentlich die Botaniker *Goebel* und *Voechting* in schönen Versuchen gezeigt haben, auch bei den Pflanzen Regeneration, die sich bis zur Wiederherstellung von Keimblättern oder der Hervorbringung einer ganzen Pflanze aus einer Weinranke steigern kann. In anderen Fällen wird, wie ich an Erbsenkeimlingen beobachtete, die Zerstörung eines Kotyledos durch eine Entwicklungsbeschleunigung allein ausgeglichen.

Immer ist in diesen Fällen die Regeneration nur ein Sonderfall des allgemeinen *Wachstums*, das schon bei jeder Zellteilung (Abb. 74) durch die allein es (abgesehen von einigen Fällen von Streckung, z. B. bei Pilzen) stattfindet, und die stets mit Regeneration, nämlich die der jeweils geteilten Zellhälften, verbunden ist. Gesetze dieser Regeneration (vgl. Abb. 71) sind, daß je einfacher organisiert ein Lebewesen ist, desto größer auch seine Restitutionsfähigkeit ist. Beim Menschen beschränkt sie sich auf eine sehr eng umschriebene Heilung von Wunden; einen Regenwurm oder eine *Hydra* aber kann man in fast beliebig viele Stücke zerschneiden, die dennoch alle wieder zu Ganzbildungen regenerieren. Eine zweite Regel besagt nun: daß, je jünger ein Organismus sei, desto mehr sei er fähig zum Wachstum und zur Regeneration. Ferner zeigte sich, daß je umfangreicher der Substanzverlust ist, desto größer ist auch die Beschleunigung des Wachstums, also die Energie der Regeneration. Ein Krebs regeniert beide Scheren schneller als eine, ein Molch ersetzt ein Bein schneller als den verlorenen Fuß.[77])

Dazu ergab sich die Tatsache, daß die Regeneration keineswegs auf die lebenden Systeme allein beschränkt ist, sondern auch den Kristallen eignet (vgl. dazu Bd. I S. 126). Einmal darauf aufmerksam geworden, wird man finden, daß ihre Mechanik und Teleologie letzten Endes auch in den vektoriell nicht gerichteten Systemen wiedererkennbar ist. Die Wiederherstellung der Kugelform bei einem gestörten Tropfen oder an einem eingedrückten elastischen Ball ist im Prinzip auch etwas wie eine Regenerationserscheinung. In allen Fällen aber ist, wie ein Durchdenken der Regenerationsgesetze unwiderstehlich zu sagen nötig, die Regeneration stets eine Transmutation, ein Prozeß, der auf Nötigung hin eingeleitet wird, der

---

*) Ich verdanke sie Herrn *K. Siegle* in Pforzheim, der im August 1914 vor seinem Auszug ins Feld mir seine sehr wertvolle Photographiensammlung übersandte „zur Verwertung in wissenschaftlichen Werken, falls er nicht mehr zurückkehren sollte“. Da er seit 7 Jahren verschollen ist, erfülle ich nun dieses Legat, zugleich als ehrendes Denkmal für seinen Urheber.

also stets bedingt ist.*) Daß sie sich bei weniger differenzierten Organismen vollkommener betätigt, ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß jede Entwicklung zuerst, wie namentlich die Regeneration der Iris von *Triton* (vgl. Bd. I S. 93) bewies, und wie ich schon ausführlicher dargelegt habe, von einer *rückläufigen Differenzierung* eingeleitet wird.

Diese rückläufige Differenzierung ist aber auch, wie Cohen-Kysper nachgewiesen hat, bei jeder normalen Entwicklung vorhanden, sodaß Regeneration und Ontogenese auch darin konform verlaufen. Es gibt ebenso ein rückläufiges Wachstum (Involution) mit einer Größenabnahme, wodurch weniger Zellen neu entstehen als zugrunde gehen. Solches kann man z. B. beobachten an den Froschlarven um die Zeit, da sie ihre Kiemen und ihren Schwanz einschmelzen. Involution tritt auch in jedem Organismus auf, wenn er altert, oder wenn man ihn länger währendem Hunger aussetzt. Die Abmagerung ist ihr erstes Symptom; im weiteren Verlauf aber kommt es auch zur vollen *Umkehrung der Entwicklung* mit gleichzeitiger Entdifferenzierung, bis nur wenige, ganz embryonale Zellengattungen zurückbleiben. *E. Schultz*[78]) zeigte an Seescheiden *(Clavellina),* den Strudelwürmern *Planaria* und Hydren, ebenso wie andere Verfasser an den Meerespolypen, daß zum Beispiel die letztgenannten Tiere (vgl. Abb. 73) ihren doch ziemlich weit in Fangarme, einen Mund und Magenraum, Stiel und Fußscheibe gegliederten Körper durch Hunger Stufe für Stufe zurückbilden unter Einschmelzen, bis sie schließlich fast wieder ihrem eigenen Ei gleichkommen. Hunger veranlaßt bis zu den höchsten Lebewesen hinauf Entwicklungshemmungen, wofür die schrecklichen Bilder der Kriegskinder in den Jahren 1917—1920 jedermann genügend Zeugnis abgelegt haben mögen. Eine Kaulquappe, die kein Fleisch erhält, bleibt monatelang mit allen ihren Organen und Geweben in ihrer Größe und ihrer „Gesamtentwicklung“ auf dem gleichen Stadium. Rückläufige Entwicklung setzt aber auch aus entgegengesetzten Ursachen ein. So gibt es Schmarotzertiere und -Pflanzen, die aus zu leichter und reichlicher Ernährung ihre Organisation vereinfachen und zu tieferen Differenzierungsstadien hinabsinken, so wie Hydroidpolypen durch Hunger Larven wurden.

Kurz, dieses ganze Beweismaterial plaidiert immer für die zwingend gewordene Lehre, daß „Entwicklung“ in allen ihren Formen, sei es nun Embryogenese, Ontogenese, Phylogenese oder Regeneration, stets nur auf konkrete Nötigung, auf Anstoß und Störung des Gleichgewichtes erfolgt, und daß der hier schon wiederholte Satz, *Entwicklung sei eine Reaktion, durch die das sich entwickelnde System seiner Ausgleichslage zustrebt,* zu Recht besteht. Leben ist eben auch deshalb eine ständige Trans-

---

*) Was ich schon 1917 in meinem Werke: Der heutige Stand der Darwin'schen Fragen (Leipzig) vertrat, wo ich auch bereits als Vorläufer der objektiven Philosophie die Einführung biologischer Gesichtspunkte in die anorganischen Wissenschaften forderte (S. 96).

mutation, weil es die ständig versuchte Wiederherstellung des ständig aufgehobenen Ausgleiches ist.

Alles dieses Gesagte gilt nun ebensogut für die phylogenetische Entwicklung. Auch sie ist inkonstant, auch sie ist nicht plan- sondern zwangsgemäß. Es gibt fast ebensoviele konstante Arten, wie solche, die sich sprunghaft entwickeln. Immer wieder sieht man, daß dort, wo Mutationen eintreten (wir wissen bereits, daß die stammesgeschichtlichen Änderungen sich nur durch Mutationen vollziehen), diese sich dann explosionsmäßig, überaus stürmisch melden. Die gesamte Systematik der Zoologie und Botanik ist voll von solchen explodierten und merklich überquellenden Formenkreisen. Man braucht hierzu die Fachkenner nur an die Gattung *Carabus* oder *Helix* unter den Tieren oder die Gattungen *Navicula, Nectria* unter den „niederen" und *Rubus, Hieracium* oder *Rosa* unter den „höheren" Pflanzen zu erinnern. Ihre Existenz bedeutet, daß eine „Entwicklungsursache" die Vorgänge in ihnen eben geradezu stürmisch auslöst, und daß der Weg der Fortpflanzung eben deswegen, weil dieses Bild der reichen Formenkreise nicht allgemein ist*), stets zwischen langer Konstanz und gelegentlichen Explosionen wechselt.

Die *Fortpflanzung,* das Mittel der Phylogenie, wird allgemein definiert als das Mittel, um die Art zu erhalten. Diese Definition aber ist kurzsichtig. Sie übersieht eine zu kurze Linie des Geschehens. Fortpflanzung würfelt nach der *Mendel*-Regel die Eigenschaften durcheinander. Jedes Würfelspiel aber ist eine Möglichkeit, um einmal die günstigste Variante zur Erfüllung des Seins, also das Optimum des Merkmalsystems hervorbringen zu können. Mit anderen Worten: *auch die Fortpflanzung gehört in die Gruppe der optimoklinen Geschehensarten.* Sie ist eines der Mittel des Organismus, um sein Optimum zu erreichen.

Die Richtigkeit dieses sehr bedeutungsvollen Satzes kann daran geprüft werden, daß, wenn er stimmt, die Fortpflanzung sich ähnlicher Mittel bedienen muß, wie die Regeneration, die ja dem gleichen Zwecke: Wiederherstellung der optimoklinen Situation dient. Und tatsächlich sieht man auch im Tier- und Pflanzenreich Wachstum, Regeneration und Fortpflanzung untrennbar mit einander verbunden und unmittelbar in einander übergehen. Die Hydroidpolypen (Abb. 73) und Medusen oder das merkwürdige *Bryophyllum* (Abb. 71) schnüren Individuen von sich ab *(Strobila* der Medusen!) sowohl auf Verletzungen hin, wie man das an dem abgetrennten Blatt des *Bryophyllum* oder letztlich auch an jedem *Begonia*-Steckling sehen kann, wie auch aus reinem „Fortpflanzungstrieb" heraus. An manchen Pflanzen stellen sich solche freiwillige Ablösungen oft in absonderlichen Formen ein, wie z. B. an der Abb. 76 dargestellten Kröten-

*) Es gibt zahllose Gattungen mit nur einer oder zwei Arten oder Familien mit ganz wenigen Gattungen. Beispiele sind die Monotrematen oder *Narthecium ossifraga, Majanthemum bifoliatum* und andere.



Abb. 73. Hydroidpolypen von Obelia geniculata in präpariertem Zustand
Schwach vergrößerte Originalmikroaufnahme des Biologischen Instituts München

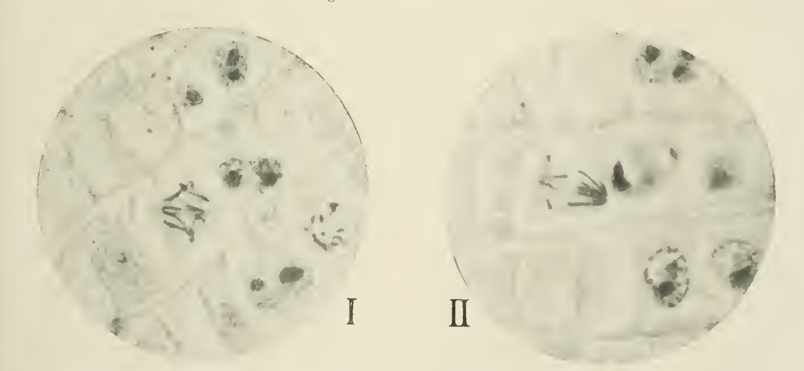


Abb. 74. Der Vorgang der Mitose gelegentlich der Zellteilung in seinen Hauptstadien
Auf Figur I und II sind in den unteren Zellen noch ruhende Kerne sichtbar mit dem Kerngerüst und den Kernkörperchen. In der Mitte von Figur I haben sich die Chromosomen bereits zur Spindelfigur angeordnet, in Figur II hat sich die Teilung der Spindelfigur bereits vollzogen. Ein soeben geteilter Zellkern ist in Figur I oben am Rand sichtbar. Sehr stark vergrößertes Präparat der Pollenmutterzellen der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis). Originalmikroaufnahme des Biologischen Institutes München

Ein Tintenfisch (Loligo) aus dem mittelländischen Meer
Originalaquarell des Verfassers. Verkleinert.



Abb. 76. Krötenorchis als Beispiel jener
Mimikryhypothese, die in jeder zufälligen
keit Versuche von Nachahmungen

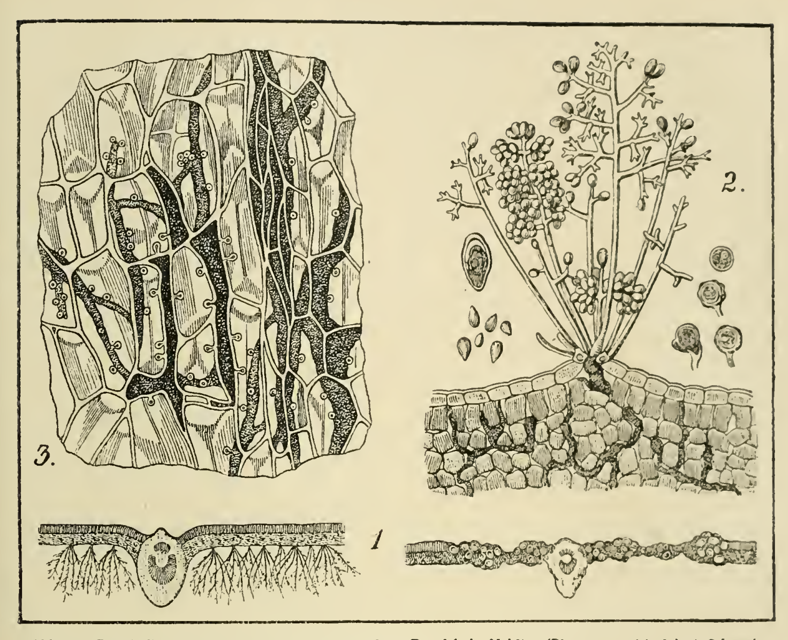


Abb. 77. Der Aufbau eines einfachen Schmarotzerpilzes. Der falsche Mehltau (Plasmopara viticola). 1. Schwach vergrößert auf einem Blattquerschnitt. 2. Konidienträger in starker Vergrößerung mit Sporen, die durch ungeschlechtliche Fortpflanzung hervorgebracht werden. 3. Das Mycel des Pilzes, das mit Haustorien die Zellen der Wirtspflanze aussaugt. Stark vergrößert. Originalzeichnung.

orchis; man nennt diese oft embryonalen Zwischengestaltungen von Regeneraten und Fortpflanzungsformen Brutknospen, Brutknollen (man denke an die Feuerlilien oder die Steckzwiebel im Garten), spricht von „lebendgebärenden Pflanzen“ *(Poa vivipara* u. a.) als Zeichen, wie sehr sich der Namensgebung diese Identität von Regeneration und Fortpflanzung aufdrängte, und hat in der Botanik daraus die Lehre geprägt, daß es zweierlei Fortpflanzungen gebe, die *vegetative* und die *geschlechtliche.* Die vegetative ist die Regel bei vielen, namentlich den einfacheren Pflanzen, von denen Bakterien, Spaltalgen, das ganze große Heer der Pilze (allerdings nach Verlust der Sexualität) sich nur durch Teilung oder Abschnürung von *Sporen* nach Art des in Abb. 77 dargestellten Peronosporapilzes des Weinstockes fortpflanzen. Diese Sporenbildung kennzeichnet weit mehr als $^2/_3$ aller bekannten pflanzlichen Lebensformen. Daneben gibt es noch eine Brutknospenbildung (vgl. Abb. 65), die jedermann in der ersten Minute beobachten kann, sobald er nur einen Moosrasen mit einer Lupe untersucht.

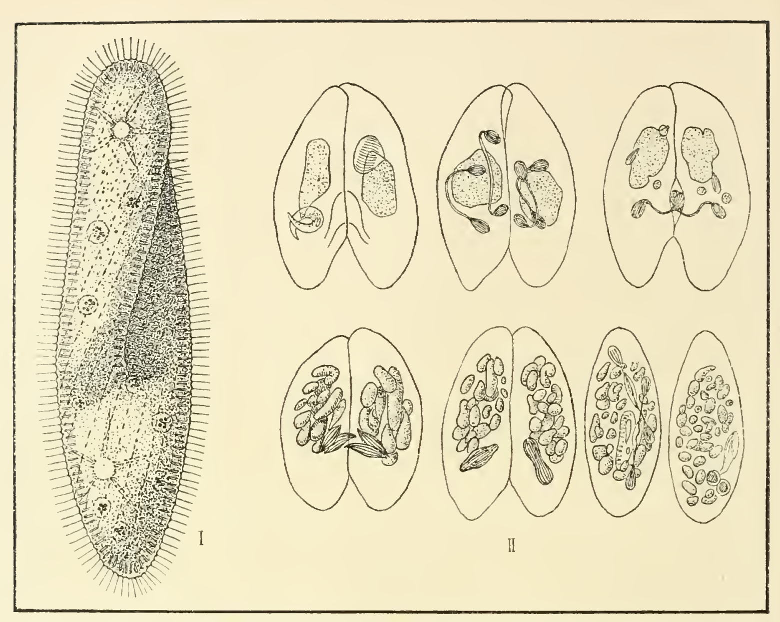


Abb. 78. Der Bau und die Paarung (Konjugation) eines Urtierchens (Paramaecium Aurelia). Der als einzellig angesprochene Körper (I) ist mit einer Hautschicht umhüllt, die zahllose Wimpern trägt. Unter diesen liegen die „Trichocysten", Stäbchen, welche auf Reize hin abgeschossen werden. Im Entoplasma liegen zwei pulsierende Vakuolen mit ihren sternförmigen Zuleitungsgängen; hier zirkulieren zahlreiche Verdauungsvakuolen. Der Großkern (Makronuklëus) schimmert nur undeutlich durch. Figur II stellt die einzelnen Stadien der Konjugation dar. Zuerst zerfällt der Großkern, der Mikronuklëus teilt sich. Dann erfolgt eine Befruchtung und der Austausch der Kerne, worauf sich allmählich der Großkern- und Kleinkernapparat neu bildet. (Nach Maupas.)

Denn der Moosrasen kommt nur dadurch zustande, daß sich an seinen fädigen Vorkeimen durch einfach rasch einsetzende Zellteilungen Knöpfchen bilden, die sich allmählich in eine fertige Moospflanze gliedern. Solche Fortpflanzung durch Zellteilung kann man, wenn man wollte, ebensogut Regeneration nennen. Die Grenzen fließen hier vollkommen. Diese Art von Vermehrung legt die Pflanze nie ab. Wenn im Lenz tausend Knospen sprießen und aus sich Blatt und Blüten sonder Zahl entfalten, ist es immer noch die gleiche Erscheinung, was sich schon darin kundgibt, daß oft genug dadurch regelrechte Fortpflanzung eintritt. In der Frühlingsau durch die Brutknospen, die die Feigwurz *(Ficaria)* abwirft, im Mangrovehain am tropischen Lagunenstrand dadurch, daß der Samen schon an der in der Luft noch hängenden Frucht keimt und als junge Pflanze zu Boden fällt, oder im heiligen Hain der Banyanen, wo die Luftwurzeln im Boden Fuß fassen und neuen Bäumen zum Leben verhelfen.

Jede Blüte entsteht durch solch vegetatives Wachstum, und wir wissen bereits, daß die Botanik es gelernt hat, das als besondere, sich nur ungeschlechtlich vermehrende Generation aufzufassen. Diese Art von Fortpflanzung ist dem Plasma auch in seiner Tierform nicht fremd. Teilung kennzeichnet alle Urtiere (vgl. Abb. 78), und den Zoologen — man schlage hierüber ein beliebiges Handbuch auf — ist es ganz klar, daß solches mit einer fast unbegrenzten Regenerationsfähigkeit Hand in Hand geht. Es ist aber auch die *Knospung* (vgl. Abb. 73), die man bei Polypen — ein prachtvolles Beispiel ist der kleine Süßwasserpolyp *(Hydra)* — Schwämmen, Strudelwürmern, Entoprokten, Ringelwürmern, Moostierchen (Bryozoen), sogar noch bei Manteltieren kennt, nichts als eine Teilung bestimmter Körperstellen, die vorher embryonalen Charakter annehmen. Wenn es bei den Süßwasserbryozoen auch eine innere Knospung gibt, wenn die Tintenfische (Abb. 75) an einer bestimmten Stelle einen Arm durch Knospung und Teilung hektokotylisieren, d. h. umbilden zu einem Begattungsorgan, das sich bei *Argonauta* selbständig macht, umher schwimmt und die Weibchen aufsucht, so verrät sich dadurch nicht nur die von uns schon behauptete Trennung in zwei Generationen, sondern leicht erkennt man auch, daß die „Ovulation" des menschlichen Weibes sowie die Samenbildung des Mannes auch nur Knospungsresultate sind.

Eine neue Auffassung der gesamten Fortpflanzung eröffnet sich dadurch dem sinnenden Blick: Es will ihm scheinen, als gebe es im ganzen Lebensbereich nur vegetative Fortpflanzung; aber ab und zu, zumeist in der zweiten Generation, legen die Nachkommen ihren erworbenen Erfahrungsschatz wieder zusammen, gleich den kleinen Pantoffeltierchen (Abb. 78), die erst nach Dutzenden von Teilungsgenerationen hierzu das Bedürfnis empfinden und erst nach mehreren hundert Teilungen lebensunlustig und altersmüde werden, wenn man sie künstlich an ihrer *Konjugation* hindert. Die *Mendel-Regel* bestimmt es, in welcher Weise die Verteilung des erworbenen Neukapitals auf die aus diesem Bunde wieder hervorgehenden Sprößlinge vorgenommen wird, die nun wieder vom Ei und Samenfaden regenieren und neue Knospungen hervorbringen. (In dem Wort Prolet hat der Sprachgeist also wahrlich einen tiefen Sinn verborgen).

Die *Geschlechtlichkeit* ist demnach nichts absolut Lebensnotwendiges, sondern nur ein Vorteil. So war es möglich, daß sie großen Gruppen von Lebewesen abhanden kam, sogar als sie bereits einmal erworben war. Das entscheidende Beispiel sind die Pilze, deren altertümliche Gruppen (niedrigere Formen der *Phycomyceten,* einige *Ascomyceten* wie *Pyronema* oder *Erysibe*) noch Geschlechtsorgane und Zeugungsakte kennen, während die übrigen ohne „Liebe" ihr Dasein verbringen. Sonst wäre es auch nicht erklärlich, woher die *Jungfernzeugung* (Parthenogenesis) in die Welt kam. Die Fadenwürmer, Rädertiere oder Salzkrebschen (Artemia [Abb. 42]),

12*

die ihr huldigen, die kleinen Wasserflöhe und Blattläuse, die Bienen, welche ihre Männchen parthenogenetisch hervorbringen, begehen mit diesen viel angestaunten und von keiner der herrschenden biologischen Theorien erklärten Nachkommenschaften jungfräulich gebliebener Mütter nur den normalen Knospungsakt. Sie verzichten eine Weile auf die Bereicherung; die *Daphnia*krebschen eines Teiches bringen von März bis August alle 14 Tage 11—12 kleine „Sprößlinge" hervor gleich den Urtierchen ihrer Heimat, die das täglich vollbringen. Erst dann erzeugen sie Männchen und tauschen durch sie in der Nachkommenkette die Erfahrungen aus. So nähert sich dann ihre Art dennoch, wenn auch langsamer, dem Optimum ihres Seins.

Die vegetative Fortpflanzung ist einfache Regeneration mit allen ihren Eigentümlichkeiten. Aber auch der Geschlechtsakt löst nichts anderes aus denn eine Regeneration. Daher zeigen sich in seiner Folge alle die Gesetze, die uns beim Studium des Regenerationsvorganges entgegengetreten sind. Die jugendlichen Individuen sind fortpflanzungsfähiger, das Neuentstehende ist wieder jung, sogar embryonal. Die Regeneration verläuft im Bilde einer beschleunigten Wiederholung des Ursprünglichen, wofür die Tatsachen der Embryologie und der stürmische Ablauf der Furchung zeugen möge. Kurz, wohin man sieht, erblickt man Bestätigungen und durch sie auch den Schlüssel für das Nieverstandene: wieso die Fortpflanzung den Organismus zu dem wundervollen Rhythmus: alte Eltern, junge Kinder befähigt. Wenn also daran nicht zu zweifeln ist, daß Entwicklung eine Reaktion sei, durch die das sich entwickelnde System seiner Ausgleichslage zustrebt, *so ist die geschlechtliche Fortpflanzung eine Störung dieses Ausgleiches durch neu in ihn eingebrachte Elemente; sie ist der Gegenpol des Todes, sie muß daher immer wieder Entwicklungen auslösen.*

Die Sexualität bereichert und verjüngt die Welt. Sie führt das Leben seinem Optimum näher. Der brausende Hymnus, der tausendstimmige Jubelschrei und Lobgesang, den die Dichter aller Zeiten, die Menschen aller Rassen, die Geschöpfe aller Arten zu Ehren der Geschlechtsliebe anstimmen, ist dem objektiven Philosophen daher wohlverständlich, und auch er stimmt in diese Verklärung mit ein. Er blickt nicht scheel gleich den pessimistischen Denkern auf die „Liebe" als einen „Kniff der Natur", um den Menschen immer wieder zu narren zur Verewigung der „alten Leiden"; ganz im Gegenteil; er preist die Liebe als eines der herrlichsten Mittel, um dem Elend verrannten und verirrten Menschentums zu entgehen. Nur zu wohl versteht er aus der reichen Dichtung, die Leben und Kunst ihm bieten, warum die Fortpflanzung der todüberwindende, tiefste Trieb des Menschen ist, warum immer wieder jene, denen Umstände oder eigene innere Hemmungen das Sich-Auswirken in Schöpfungen versagt haben, sich nach dem Kinde sehnen und auf die Kinderschar selig lächelnd deuten: Hier ist mein Werk! Was ich nicht beitragen konnte

zum Optimum des Menschengeschlechts, diese da werden es machen! Gerade er versteht aber auch tiefer denn andere, warum die Genies, die schöpferischen Menschen so oft unfruchtbare Lenden haben, und warum das reine geistige Schaffen das Erotische in sich aufnimmt und auch eine Fortpflanzung mit allen ihren Eigentümlichkeiten bedeutet. Ohne Fortpflanzung ist der Tod unvermeidlich, daher ist sie verknüpft mit dem Sinn des Lebens, *sie ist eines der vornehmlichsten Mittel des Organismus, um seinen Sinn, und das ist doch sein Optimum, zu erreichen.*

Warum nun die Fortpflanzung trotz der „Amphimixis“, trotz der Mischung zweier Erlebniskreise das eine Mal aeonenlang die Art konstant erhält, das andere Mal explosionsartig neue Merkmale der Nachwelt aufbewahrt, ist nicht mehr allzuschwer einzusehen. Man kann das gewissermaßen experimentell prüfen, wenn man die Lebensumstände der konstanten Arten mit denen der mutierenden vergleicht. Man wird dann immer finden, daß die Lage eine ähnliche ist, wie bei den *Lingulaarten* des Meeres (vgl. Bd. I Abb. 25), die bekanntlich eine der konstantesten Formen der Lebewelt darstellen. Sie leben nämlich am Meeresgrunde unterhalb der bewegten See in einem kaum jemals veränderten Gleichmaß der Verhältnisse, während gerade die Lebensformen von großer Beweglichkeit unter Grenzverhältnissen (zwischen Festland und Meer oder Wüste und fruchtbarem Boden) vielen Änderungsmöglichkeiten gewachsen sein müssen.[79]) Gewöhnlich sind sie die artenreichsten, schließen allerdings auch besonders viele ausgestorbene Arten und Gruppen in sich. Die fast ganz oder doch wesentlich ausgestorbenen Ammoniten, Belemniten, Rudisten, Gyroporellen (Bd. I Abb. 87), Graptolithen, Saurier, Trilobiten (Bd. I Abb. 85), Sigillarien, Stigmarien, Benettitinen, Calamarien (vgl. Abb. 67) lebten alle unter solchen rasch wechselnden und Übergangsverhältnissen. Es wäre eine überaus dankbare Aufgabe für die Palaeontologie, diesen Gedanken aufzugreifen und ihm auf das Gründlichste nachzugehen; sie wird freilich zu keinem anderen Resultat kommen als der Bestätigung, daß die großen Integrationseigenschaften des Erdballs, also die Meerestransgressionen, die Klimamigration und in ihrem Gefolge die Vereisung, Verwüstung, Steppenbildung, die Schollenbewegungen und ihre Folgen die auslösenden Ursachen der phylogenetischen „Entwicklung“ sind, soweit sich diese auf *Anpassungsmerkmale* bezieht (vgl. Bd. I S. 123).

Es kann sich also der Entwicklungsglauben nur mehr in einen allerletzten Winkel retten, und das ist nach Preisgabe der Anpassung noch der Begriff der *Organisationsmerkmale.*

Was sind Organisationsmerkmale? Es gibt sogar Biologen, denen es kaum bewußt ist, daß das, was man gemeinhin das Eigenschaftenkleid der Organismen nennt, sich aus zweierlei Elementen aufbaut: aus den Anpassungen, die leicht veränderlich jedem Wechsel der Umgebung im Sinne

eines Ausgleiches zur Erhaltung der Lebensfähigkeit antworten, und aus bestimmten Merkmalen, die niemals eine Abänderung zeigen, und sollte das für den Organismus auch noch so schädlich sein. Diese letzteren nennt man Organisationsmerkmale. Daß z. B. das Kamel einen langen Hals hat, ist Anpassung, um seine Nahrung von den hohen Bäumen seiner Heimat holen zu können, Organisationsmerkmal aber ist, daß es bilateral symmetrisch ist und eine ausgesprochene Metamerie, d. h. Gliederung in Wirbel, Rippen usw. besitzt. Daß die Rose Dornen besitzt oder als Heckenröschen fünf rosa Blütenblätter und viele Staubgefäße und leichten Duft, das alles sind ihre Anpassungen. Dementsprechend lassen sie sich auch wegzüchten, und das Heckenröschen läßt sich umwandeln zur fast dornenlosen, tiefpurpurnen Zentifolie mit vielen Blütenblättern, wenig Staubgefäßen und schwerem, berauschendem Duft. Nicht wegzüchten aber läßt sich z. B. ihr Generationswechsel. Er gehört zu den Organisationsmerkmalen, die nicht nur die Gattung *Rosa,* die Familie der Rosaceen, sondern den ganzen Stamm der Siphonogamen, in den sie eingeordnet ist, kennzeichnet. Eine der höchsten, freilich auch eine der schwierigsten Aufgaben der gesamten Systematik rollt sich damit auf: die saubere Abtrennung der beiden Merkmalsgruppen, von denen offenbar die Anpassungen nur einen sehr bedingten, sozusagen nur praktischen Wert haben und für die Stammesgeschichte ganz gleichgültig sind. Diese Arbeit ist aber noch nicht geschehen; die Systematiker arbeiten noch mit unreiner Methode und ungeklärtem Material; nur gefühlsmäßig hat man große Gruppen nach den Organisationsmerkmalen zusammengestellt. Man nennt das „ein Gefühl für die Verwandtschaft“ der Organismen haben, und so, wie die Menschen derzeit in einer Gefühlsreligion dahinleben und Gefühlspolitik machen (vgl. Anmerkung 54), so beruht auch die Ordnung der Begriffe in der Biologie noch immer hauptsächlich auf Gefühlsmomenten, was die Wissenschaft auf die Dauer weder dulden kann noch wird.

Versucht man sich Rechenschaft zu geben über die wesentlichsten dieser Organisationsmerkmale, so entdeckt man bald, daß sie die eigentlichen phyletischen Kriterien sind, daß aber, nachdem sie nicht durch eine streng logische Methode gewonnen wurden, eine genaue Sichtung der „Stämme“ des Tier- und Pflanzenreiches auch aus ihrem Bereich noch versteckte und als solche nicht erkannte Anpassungsmerkmale, die man für phyletische hält, heraustrennen wird. So ist es ohne weiteres klar, daß die Herausbildung einer Placenta, überhaupt das Uterinalleben der Embryonen, das Säugen, der aufrechte Gang, also Merkmale, auf denen die stammesgeschichtliche Sonderung der allerobersten tierischen Gruppen beruht, durchaus Anpassungen sind, daß das System hier also einer Revision bedarf.

Der nach solcher Kritik übrigbleibende Rest von Organisationsmerkmalen allein ist es, auf den sich nun die Entwicklungstheoretiker noch

zu stützen versuchen können, mit der Behauptung, diese seien der Ausdruck einer allerdings unerklärbaren, aber vorhandenen Vervollkommnungstendenz, die aus den Urtieren und Urpflanzen langsam die obersten Gruppen des Systems herausentwickelt habe. Tatsächlich findet sich diese Behauptung, wenn auch nicht auf derartig letzte Formeln zugespitzt, in der entwicklungstheoretischen Literatur. Aber man kommt damit nicht weit. Denn gerade die phyletischen Merkmale lassen sich nicht eines aus dem anderen ableiten, wie es die Entwicklungslehre fordern müßte. Und, noch wichtiger, auch nebeneinander gestellt, geben sie keine Stufenfolge von Vervollkommnung. Um das zu beweisen, sei mir gestattet, einige von ihnen vorzuführen. Wenig zweifelhafte Organisationsmerkmale sind z. B. die Einzelligkeit der Protozoen und vieler Algen, die Zellenlosigkeit der Siphoneen, der radiär-symmetrische Bau der Stachelhäuter (Echinodermaten) und Hohltiere (vgl. Abb. 73 [Coelenteraten]), der bilaterale Bau und die Gliederung der Würmer, Gliederfüßler, Arthropoden und Wirbeltiere.*) Aber wir haben gar keinen Anhaltspunkt, daß die bilateralen Tiere aus den radiären hervorgegangen sind, die zelligen Pflanzen aus den zellenlosen, die metamerischen Tiere aus den ungegliederten oder die Metazoen, also die Vielzeller, aus den Einzellern. Oder auch, wie das der deutsche Zoologe *V. Franz* mit Recht allenthalben betont, nichts berechtigt uns zu sagen, ein Insekt sei ein „vollkommeneres“ Wesen als ein Ringelwurm, eine Maus als Säugetier sei vollkommener als der Vogel Buchfink. Im Gegenteil, wenn man ein einzelliges Tier, etwa ein Glockentierchen (Bd. I Abb. 77) mit der Zelle eines „höheren“ Tieres (vgl. Bd. I Abb. 90) vergleicht, ist sie in ihrer Arbeitsteilung unvergleichlich höher organisiert, desgleichen irgendeine Algenzelle im Vergleich zu der Gewebszelle einer Blütenpflanze. Und wenn man sich an das Ganze hält und das ganze Rädertier (Bd. I Abb. 82) mit dem ganzen Säugetier vergleicht, wer kann da von einem physiologischen Höher oder Niedriger reden? Der eine lebt so vollkommen wie der andere, die Instinkte der Insekten sind in vielem sogar komplizierter als die eines Schweines oder einer Ratte, der „Stammbaum der Seele“ ist ganz anders geartet als der der „Körper“, die niedrigstehenden Ringelwürmer sind intelligenter als die hochstehenden Muscheln, eine Ameise entfaltet mehr „Leistungen“ als das Faultier oder die Gans, und sogar in der Arbeitsteilung und Komplikation der Organe und Zellen steht eine Biene dem Bau eines Fisches nicht nach.

Das Problem ist also so: Entweder zeigt sich der tiefer dringenden Forschung, daß alle Organisationsmerkmale sich doch noch auf „vererbte Anpassungen“ zurückführen lassen, und dann ist die Frage nach der Ver-

*) Ich will aber nicht leugnen, daß auch diese Merkmale nicht ganz der Diskussion entrückt sind, da es z. B. bilateral symmetrische Medusen (Cestus, Leptoplana) gibt und es denkbar ist, daß die Einzelligkeit der Urtiere und Urpflanzen eine Anpassung an deren Lebensweise sein könnte. (Vgl. Anmerkung 80.)

vollkommnung ohnedies erledigt, oder es bleibt, wie man heute annimmt, ein Rest von „Stammesmerkmalen“ übrig, und dann zeigt sich in diesen nur ein Mannigfaltigkeits-, nicht aber ein Vervollkommnungsgesetz. In diesem Fall wird man sich nur das schon erwähnte (Bd. I S. 98) befriedigendere Bild von der Ursache des *Aussterbens der Arten* machen können, wenn man bedenkt, daß die Organisationsmerkmale ein fester, nicht überschreitbarer Rahmen für die Anpassung sind. Nur in ihrem Rahmen kann der Organismus den Ereignissen entgegentreten. Fordern die Verhältnisse mehr, dann kann keine Anpassung erfolgen, und der Organismus kann den gebotenen Ausgleich nicht mehr vollziehen. So wäre dann die phylogenetische Beschränkung die Ursache, warum so viele Lebensformen im Zusammenprall mit den Wellen des Weltgeschehens ebenso untergehen, wie unter den Menschen die Ideologen, die durch die sie beseelende „Idee“, letzten Endes durch ihren Charakter gehindert werden, schrankenlos jede geforderte Anpassung zu vollziehen. Wer lieber verhungert, bevor er inmitten von fremden Broten sitzend das Gebot der ihm anerzogenen Ehrlichkeit verletzte, ist in der gleichen Lage, wie es durch diesen Gedanken mutatis mutandis für die Welt der Organismen vorausgesetzt wird. Im Verfolg dieser Denklinie wird man entdecken, daß es eine genaue Norm gibt, welche technischen Leistungen dem menschlichen Organismus zugemutet werden können und welche nicht. Alle, soweit sie kein phylogenetisches Merkmal betreffen. Er wird also z. B. über seine Coelomhöhle, die Metamerie, das innere Skelett, die Bilateralität in allen Wandlungen seiner Zukunft dennoch niemals hinauskommen.

Und in die gleiche Linie gehört es schließlich auch, *daß nicht die Phylogenie zum Optimum führen wird*, sondern umgekehrt: das einmal erreichte Optimum wird höchstens die Grundlage des stammesgeschichtlichen Aufstieges sein können, wenn sich ein solcher erweisen ließe. Die Entwicklungstheoretiker haben es ganz übersehen, daß schon ihre Frage: was die Ursache des „phylogenetischen Aufstieges“ sei, falsch formuliert ist. Angesichts des Optimumgesetzes, insbesondere dessen, daß die Organisation der Lebewesen erst einmal dem Optimum nahestehen mußte, damit es dieser überhaupt aushielt, seine Organisation fundamental zu ändern, kann man das Optimum nicht erst als Ziel an das Ende der phylogenetischen Reihe setzen, sondern muß es voraussetzen. Mit anderen Worten, was vorhin aus der vergleichenden Betrachtung der sogenannten niederen und höheren Lebewesen gewonnen wurde, läßt sich auch schon aus der bloßen Überlegung erfolgern: an Lebensfähigkeit lassen sich die phylogenetisch noch unentwickelten Tiere und Pflanzen auch von den anderen nicht übertreffen, und somit kann es in dieser Beziehung überhaupt keine Entwicklung geben. Die Änderungen, ob nun in den Anpassungen oder in der Organisation, können nur das eine bezwecken, sich mit dem Transmutationismus der Umwelt jeweils in Einklang zu setzen, um hierin

den Ausgleich zu suchen. Dieses Optimum sucht auch die Fortpflanzung. Der Zeugungsakt legt deshalb gewissermaßen die vom Organismus über den „gegenwärtigen Zustand der Umwelt“ erworbenen Erfahrungen zusammen, damit die neue Generation wieder ihre Einstellung finden kann.

In Summa: *Wie man es auch drehen und wenden mag, eine Entwicklung in dem Sinne, daß die Welt im ganzen früher unvollkommener war und in Zukunft leistungsfähiger sein wird, findet der prüfende Verstand nirgends, wohl aber einen Transmutationismus überall dort, wo kein Gleichgewicht in den Beziehungen von Teilen zueinander und zum Ganzen besteht. Und diese Änderungen streben überall den Ausgleich an, sind also, da er zum Optimum der Welt gehört, optimoklin. Was man Entwicklung nennt, ist in jeder ihrer Formen ein Ausgleichsvorgang, ein Phänomen im Rahmen des Optimumgesetzes, das man auch so definieren kann, daß alle Beziehungen bis zur Erreichung ihres vollkommenen Ausgleiches inkonstant sind.* Diese Fassung lenkt die Aufmerksamkeit auch nachdrücklich darauf, daß nicht nur im Kosmos, sondern im ganzen Bereich des Bios alles solange nach seinem Optimum strebt, bis der Ausgleich des Günstigen und Mißlichen eintritt, daß aber auch hier die Transmutation stets an Bedingungen geknüpft, von Störungen abhängig ist.

Es müssen daher auch in dem, was man geistige, soziale, geschichtliche usw. Entwicklung nennt, Perioden des Stillstandes mit denen des Fortschrittes abwechseln. Tatsächlich ist auch in der Geistesgeschichte des Menschen kein „Gesetz des Fortschrittes“ erkennbar, wenn auch das Sichentfalten der in ein Individuum oder Volk gelegten Eigenschaften und die fast stete Transmutation solches vortäuschen. Was im Organismus sich als ontogenetische Entfaltung kundgibt und die Annalen der Entwicklungslehre füllt, zeigt sich auch im geistigen Leben in gleichem Gesetzesablauf, und darauf beruht die von *Oswald Spengler* verkündete Entdeckung vom Werden, Blühen, Wachstum, Altern und Tod der Völker und ihrer Kulturen[81]), so sehr auch *Spengler* jeden „Naturalismus“ ablehnt. Die Menschheit versuchte erst jeden anderen Denkweg zu gehen und läuft auf diesen anderen Wegen heute noch, gepeinigt von dem Selbstgefühl, etwas Besonderes und Anderes zu sein als die Welt; sie wird aber doch endlich zu der einfachen Konstatierung zurückfinden, an der sie immer wieder vorbeiging, daß ein alter Baum, etwa eine tausendjährige Eiche oder der nächstbeste Naturwald seine soziale und organisatorische Struktur die Jahrtausende hindurch ohne jede Änderung aufrechterhält, während die Menschen ihre soziale Struktur ununterbrochen umorganisierten; auch jetzt sind sie wieder mitten in einem solchen Umbau darin. Zehnmal haben sie, seitdem sie Erinnerungen haben, ihres Lebens Formen geändert; seit tausend Jahren in diesem Lande allein primitiv, romanisch, gotisch, renaissancemäßig und barock, rokoko, klassisch, biedermeierisch, historisch und

modern gelebt und gebaut, sich immer wieder anders gekleidet, sich immer wieder in anderen sozialen, politischen, gesellschaftlichen Daseinsformen versucht. Ihre Lebenstechnik hat ununterbrochen „lebenstechnisch transmutiert“, mit Hohn und Dünkel hat man so lange im Gefühl von Fortschritt und „höherem Menschentum“ auf die Vorfahren herabgeblickt, bis sich fast das gegenteilige Gefühl einstellte und man heute nicht mehr im Ernst glaubt, der Mensch der Gegenwart sei in irgend einer Beziehung mehr Mensch als die Menschen von Einst.

Der Wald aber, sein Gegenbeispiel, ist als Schlußverein inzwischen unverändert geblieben und bewies, daß er lebenstechnisch optimal organisiert sei; die Menschheit dagegen muß sich entwickeln, weil sie immer noch nach ihrer „optimalen“ Lebensform sucht. Das hat der große Philosoph des Entwicklungsgedankens, *H. Spencer,* auch eingesehen schon in seinem Erstlingswerk, der „Sozialen Statik“, wenn er dort betont, daß der Mensch aus den Notzuständen seines Lebenskreises gezwungen, die steten Veränderungen durchläuft, die sein soziales Leben charakterisieren, daß dies aber in optimokliner Richtung geschieht und mit dem sozialen Ausgleich zur Ruhe kommen wird.

So paradox das im ersten Augenblick auch erscheinen mag, so muß die objektive Denkungsart gerade bei ihrer Auffassung der Entwicklung als einer Entfaltung, *Spencer* als einen ihr Nahestehenden reklamieren, trotzdem er die „Fortentwicklung“, wie das Lieblingswort des Spencerismus lautet, zur absoluten Weltparole machte und auf sie seine gesamte Philosophie einstellte. Hinter der *Spencer*'schen Entwicklung steckt nämlich letzten Endes nichts anders als das Optimumgesetz des Seins (vgl. Bd. I S. 98). Den Beweis hierfür zu führen, fällt nicht schwer. Ausgangspunkt seiner Auffassung war, wie bereits erwähnt, die *Baer*'sche Formel: Entwicklung sei der Übergang von der Homogenität zur Heterogenität, eine Definition, die von dem deutsch-russischen Zoologen aus der Eifurchung abgeleitet worden war.

In der Sprache der *Spencer*'schen Philosophie (bekanntlich immer noch die herrschende im englischen Kulturkreis) ausgedrückt, erkannte nun *Spencer* alsbald, daß diese Formulierung nicht nur die organische, sondern auch die unorganische, kurz alle Entwicklung umfasse. Aber in jener Reihe von Artikeln, in der sich die Klärung und die Anerkennung seiner Ansichten vollzog, dringt schon alsbald, wie z. B. in der „Erziehungskunst“, die Auffassung durch, der Gang des geistigen Wachstums sei eine bloße Entfaltung vom Einfachen zum Zusammengesetzten, ein rein mechanisches Problem von Gleichgewichtsfragen in einem sich differenzierenden System. Bald taucht nun die Formel auf, Entwicklung sei eine Anhäufung (das nennt er Integration in seiner Sprache) von Stoff unter gleichzeitiger Zerstreuung (Desintegration) von Bewegung (also letzten Endes Energie) aus relativ unbestimmter Ungleichartigkeit, wobei er zu-

gleich zugibt,*) daß jedem Werden ein Vergehen, jeder Entwicklung ihre Auflösung gegenübersteht, weil das Universum von antagonistischen Kräften beherrscht wird und einen ewigen Rhythmus von Evolution und Dissolution durchmacht.

Die Grenze der Entwicklung wird erreicht sein, wenn alle Bewegung der großen Massen in eine solche der kleinsten Teile umgewandelt sein wird, wodurch ein allgemeines Gleichgewicht entstehen muß. Die Entwicklung verläuft umso schneller, je weiter sie von diesem Ziel entfernt ist, und desto langsamer, je mehr sich die Systeme, in denen sie sich vollzieht, dem vollkommenen Gleichgewichtszustand nähern. Daß ein solcher erreicht werden muß, daran zweifelt *Spencer* nicht einen Augenblick. Wenn er allerdings meint, daß dann sofort die Dissolution einsetzen müsse, so ist damit eine Behauptung ausgesprochen, die über die Erfahrung hinausgeht und insofern angezweifelt werden kann; daran aber kann nicht mehr gezweifelt werden, *daß auch die Spencer'sche Auffassung der Entwicklung gleich der unseren nichts anderes im Geschehen sieht, als eine optimokline Entfaltung der einmal in das Weltsystem gelegten Eigenschaften.* Neues wird auch durch sie nicht in die Welt gebracht — letzten Endes ist also auch der so viel gefeierte Paladin der Entwicklungstheorie der Anhänger eines Konstanzglaubens, der sich mit dem einer ewigen Transmutation logisch vereint.

Gewiß bestehen zwischen der objektiven Philosophie und dem Positivismus der *Spencer*'schen Richtung eine Reihe von Differenzen, (so, wenn er zwar sehr richtig die biologische Entwicklung durch die astronomisch-geologischen Rhythmen der Erde bedingt sein läßt, dennoch aber das Vorhandensein von Beharrungsperioden leugnet), trotzdem werden die Anhänger *Spencers* sie überbrücken und in ihrem Weltprinzip unser Optimumgesetz wiedererkennen, nach dem jedes Sein in allen Integrationsstufen und mit jeder Funktion drängt.

In welcher Funktion aber diese Entfaltung zum Optimum durch die anderen Gesetze des Weltenseins geregelt und allein ermöglicht ist, das zu untersuchen, ist die Aufgabe der zwei nächstfolgenden Abschnitte. Und erst dann wird es an der Zeit sein, zu betrachten, in welchen Lebensformen sich des Menschen Dasein abspielen muß, wenn er endlich von dem Alp eines „Sich-Entwickelns ohne Ziel“ befreit ist und wieder feste, ewige Sterne über sich sieht.

---

*) *H. Spencer*, First principles. 6. Ed. § 145.

48 (Zu S. 132). Da dieser Punkt wichtig ist zur gesamten Einschätzung der objektiven Philosophie, will ich, zur reinlichen Scheidung vom Materialismus, ihn nochmals hervorheben, obzwar fast keine Seite des vorliegenden Werkes nicht in irgendeiner Form die Scheidung von dem unberechtigten Teil des Materialismus durchführt. Man mißverstehe also nicht. Nicht das wird hier gesagt, daß Leben und Geistestätigkeit auch nur Chemophysik schlechthin sind, sondern, daß es heute zwei Arten von Chemophysik gibt, eine teleologiefreie (deren Gebiet sehr eingeengt ist, sich vielleicht einmal verflüchtigt) und jene teleologisch verkettete, die man Lebenserscheinung und Geistesleben nennt. Also nicht das Leben wird mechanisiert, sondern die Chemophysik wird „vitalisiert". Und das ist der grundlegende Unterschied zum Materialismus. Nach Lebensgesetzen hat die Welt verstanden und das Leben geordnet zu werden, nicht nach chemophysikalischen allein. Die Welt ist ein „Erleben", sie ist mehr als ein Kosmos (eine bloß durch mechanische Gesetze geordnete Vielheit), sondern sie ist ein Bios (eine durch Lebensgesetze geordnete Vielheit). Das ist die grundlegende Auseinandersetzung mit dem Materialismus, aus der alles weitere folgt. Der Materialismus enthält Wahrheiten, aber er ist nicht die ganze Wahrheit.

49 (Zu S. 133) Vgl. *H. Hertz*, Die Prinzipien der Mechanik. Leipzig 1894. *J. Newton*, Philosophie naturalis principia mathematica. London 1867.

50 (Zu S. 136). Das wird neuerdings von verschiedenen Forschern auch erkannt. So versucht *A. Cohen-Kysper* (Die mechanistischen Grundgesetze des Lebens. Leipzig 1914) zu Lösungen ganz im Sinne der objektiven Philosophie zu kommen, und auch *L. Kohl*, (Das Ziel des Lebens, München 1920), versucht die Mathematik auf den Begriff einer moralischen Energie anzuwenden.

51 (Zu S. 136). Vgl. namentl. *A. Comte*, Cours de la philosophie positive. Paris. 5. Aufl. 1893. *H. Spencer*, Grundlagen der Philosophie. 1895. *G. Ratzenhofer*, Soziologische Erkenntnis. Leipzig 1897 und Positive Ethik. Leipzig 1900. *J. Unold*, Organische und soziale Lebensgesetze. Leipzig 1906. *O. Spengler*, Der Untergang des Abendlandes. Bd. I. Wien 1917. Ebenso die Schriften der Darwinianer *Woltmann*, *Lütgenau* und *Schallmeyer* und *Häckels* Welträtsel 1899.

52 (Zu S. 139). Vgl. *E. Dühring*, Kritische Geschichte der Nationalökonomie und des Sozialismus. Leipzig 1900.

53 (Zu S. 140). Die physikalische Beobachtung kann nie ein Korrektiv der „biologischen" Einsicht sein, denn sie zeigt nur, daß sich die „Auswahl" unserer Sinnestätigkeit, also der sinnesphysiologische und psychische Prozeß so abspielt wie das Gesetz der Mathematik, d. h., daß eben das „„Seelische" immer identisch funktioniert, ob es nun Abstraktionen verknüpft oder Sinneseindrücke. Dies sieht man z. B. aus der üblichen Ableitung des Parallelogramms der Geschwindigkeiten. Der Physiker legt sich eben alles nach den ihm an der Erfahrung innegewordenen Denkgesetzen zurecht und schuf sich so seine klassische und jetzt wieder die neue Mechanik, die sich von der alten in nichts anderem unterscheidet, als in der Einsicht von der Biozentrik aller Erkenntnis, also nur „Relativität" aller Beziehungen.

54 (Zu S. 144). Die Auffassung der „Soziologie als Mechanik menschlicher Beziehungen" hat grundlegende soziale und politische Änderungen zur Folge. Denn, wenn die Gesetze aus den Beziehungen der Teile eines komplexen Systems fließen, müssen die Beziehungen der Menschen zueinander nach *Notwendigkeiten* geregelt werden und nicht bloß gefühlsmäßig wie bisher durch religiöse, geistige, historische Autoritäten. Es werden also z. B. ihre Hauptgesetze die der Regulation und der Korrelation sein müssen, d. h., jedem wird so viel Einfluß auf das Ganze eingeräumt werden müssen, als es seine Potenzen und sein vererbter Funktionskomplex fordern. Damit eröffnet sich ein neuer Forschungszweig, eine bisher unbekannte historische und

staatswissenschaftliche Betrachtungsweise, die eine „Technik der menschlichen Beziehungen" aus Biologie und Physik genau so schaffen wird, wie sich eine angewandte Chemophysik und Biotechnik so reich als „Technik der Naturkräfte" entfaltet hat. Ein Vorläufer auf diesem Wege ist *H. Nienkamp* (H. Kliemke) mit dem aus seinem Werk „Fürsten ohne Krone" hervorgegangenen Frey-Bund, der nach Feststellung dieser optimalen sozialen Leiter trachtet. Tatsächlich wird die organische Gemeinschaft weit mehr eine Monarchie (aber nicht eine der reinen Vererbung, sondern einer intensiven Auslese auf optimales Menschentum hin, wobei die Rassefrage mitspielt) als eine Demokratie sein, in der die Majorität (wobei die Elemente gleichgewertet werden) das Handeln des Ganzen bestimmt. Alle Gemeinschaften müssen in diesem Punkt einen Entscheid treffen; die Menschen werden ihm nicht ausweichen können. Wenn sie der Entscheidung ausweichen, dann werden die Krisen die notwendigen Änderungen selbst herbeiführen.

55 (Zu S. 145). Diese vorsichtige Formulierung bezieht sich auf die Erkenntnis, daß die Gehirnleistungen im Gehirn nur ein spezialisiertes Ausführungsorgan besitzen, aber unter Umständen vertretbar sind durch andere Körperzellen, wie der großhirnlose Hund von *Goltz* und die Versuche an großhirnlosen Fröschen und Tauben von *Pflüger* und *Schrader* mit Sicherheit ergeben haben. An der Grundtatsache ändert sich dadurch nichts, nur die Lokalisationsfrage der Leistungen und das Problem der Vertretbarkeit der Hirnleistungen ist noch im Flusse.

56 (Zu S. 146). Vgl. hierzu *R. Francé*, Pflanzenpsychologie als Arbeitshypothese der Pflanzenphysiologie. Stuttgart 1909.

57 (Zu S. 147). Vgl. *Berthelot*, Chemische Mechanik, gegründet auf Thermodynamik, 1879.

58 (Zu S. 147). In der Physik ist der Satz von der sogenannten *„harmonischen Bewegung"* desgleichen nichts anderes, als die Konstatierung, daß Bewegungen unter bestimmten Bedingungen optimoklin verlaufen. Bei der Untersuchung der sogenannten harmonischen Bewegung macht man Gebrauch vom Kräfteparallelogramm (vgl. Abb. 57). Um das zu verstehen, betrachte man die Figur auf S. 141, auf der ein Körper auf der geraden Linie sich abwechselnd auf- und abbewegen soll. Wenn er nun eine Beschleunigung erfährt, die nach einem festen Punkte hingerichtet und proportional dem Abstand von diesem Punkte ist, dann vollführt er eine harmonische Schwingung, bei der jeder Teil des Weges sich zum ganzen Weg nach dem Gesetz der Harmonie verhält, also das günstigste Maßverhältnis verwirklicht. Tatsächlich geben Saiten, die nach diesem Gesetz schwingen, harmonische Töne. Ein fester Körper, der so schwingt, ist absolut elastisch, damit gegen von außen angreifende Kräfte geschützt.

Um das auf seine Richtigkeit zu prüfen, beziehungsweise das Tempo der Bewegung zu beschreiben, verwendet man, wie die Figur zeigt, einen Hilfskörper, von dem vorausgesetzt wird, daß er sich auf dem gestrichelten Kreis mit solcher Geschwindigkeit bewegt, daß er ihn ganz umläuft, bis der Körper seine Amplitüde hin und zurück beschrieben hat; dann ist auf jedem Punkt des Weges, von denen die Zeichnung einen beliebigen festhält, das Verhältnis nach dem Gesetze der Harmonie oder des goldenen Schnittes festgelegt. Die harmonische Bewegung erfüllt damit das Optimumgesetz.

59 (Zu S. 148). Vgl. *R. Francé*. Das Edaphon. Untersuchungen über bodenbewohnende Mikroorganismen. 2. Aufl. Stuttgart 1921.

60 (Zu S. 149). Vgl. *E. Dacqué*. Der Deszendenzgedanke und seine Geschichte. München 1903.

61 (Zu S. 150). Es ist kein Zweifel und erfordert genaueste philologisch-historische Belegsarbeit, daß die Wiederaufnahme der Entwicklung (in naturhistorischer Form als Abstammungsgedanke) durch *Darwin*, *Huxley* und *Häckel* nichts als eine Ausstrahlung der *Hegel*'schen Lehren in die Naturwissenschaft ist. Der *Hegel*'sche Grundgedanke, durch den er über *Schelling* und *Fichte* hinausging, ist, daß das von ihm postulierte Absolute nicht Sein, sondern Entwicklung ist. Der Weltprozeß wird von

ihm als eine „Selbstentwicklung des Absoluten“ aufgefaßt. Schon die *Hegel*'sche Methode, die notwendig dann zu gleichen Resultaten führt, setzt voraus (und zwar willkürlicherweise, weshalb auch das Finden von Entwicklungssymptomen gar kein Beweis ist, sondern nur die Konstatierung, daß sich Teile finden lassen, wenn jemand ein Ganzes in Teilen betrachtet), daß jeder Begriff in sich seinen Gegensatz besitze und zu dieser Negation forttreibe*), um bei Erreichung der höheren, die Einheit vermittelnden Form, ad infinitum wieder diesen „Entwicklungsprozeß“ fortzusetzen. Er setzt also in seiner „Phänomenologie des Geistes“ vor dem Begriff dessen „immanente Bewegung“ voraus. Darum erscheint von da ab immer bestimmender bei ihm der Begriff einer alles durchdringenden Entwicklung, der mit der Verbreitung seiner Philosophie allmählich nun auch die gesamte Geistigkeit: Rechtslehre, Politik, Gesellschaftslehre erfaßte, die Schlagworte vom notwendigen politischen, industriellen, sozialen „Fortschritt“ (nicht das Ziel, sondern das Gehen an sich ist dieser Richtung das Wichtige) schuf und nun notwendig den Liberalismus, mit *Marx* den Sozialismus, den Industrialismus nach sich zog. Der Darwinismus-Häckelismus war einfach nur die Übertragung dieser Lehre und Schlagworte auf das Gebiet der Naturbetrachtung. Man hatte zwar auch hier gar keinen Beweis für eine andauernde und ziellos fortschreitende Entwicklung, sah im Gegenteil an der einzigen Erscheinungsfolge, auf die man alles gründete, an der Ontogenie, daß der Entwicklung sehr bald ein Ziel gesetzt war, nämlich nachdem sich der Embryo zur Wiederherstellung der Elternform entfaltet hatte; trotzdem herrscht gerade hier unerschüttert und absolut der Glaube an eine allgemeine Weltentwicklung, deren Ziele unerkennbar sind.

62 (Zu S. 151). *Poincaré* zeigte durch mathematische Abteilungen, daß die Mechanik der Annahme von *Laplace* (rotierende Kugeln lösen sich in Schalenringen ab) nur für homogene, nicht aber für komplexe Systeme gilt. Bei diesen müssen Eiformen entstehen, schließlich hantelförmige Gebilde, aus denen zwei Kugeln hervorgehen. Das bestätigt *Darwins* Sohn, *G. H. Darwin*, mit seiner Theorie, daß der Mond als Stück der Erde (aus dem Stillen Ozean losgerissen) zuerst irdische Rotation hatte, aber sie so wie diese durch Gezeitenreibung ändert, so daß hierin gar keine Stabilität besteht. Vgl. hierzu *G. H. Darwin*, Ebbe und Flut. Leipzig 1911 — auch als neuere Kosmogonie *H. Hörbiger* — *P. Fauth*, Glazial-Kosmogonie, Kaiserslautern 1913.

63 (Zu S. 151). Dabei wird als neuester Einwand gegen den Wärmetod des *Clausius* von *Arrhenius* ins Treffen geführt, daß die ein- und zweiatomigen Gase, zu denen auch Helium gehört, sogenannte negative spezifische Wärme besitzen. Sie werden also umgekehrt wie die anderen Gase durch Wärmeausstrahlung wärmer, durch Wärmeaufnahme kälter. Nachdem nun unendliche Räume des Himmels mit diesen Gasen: Nebulium, Hydrogen, Helium erfüllt sind, kann sich nach *Arrhenius* das Entropiegesetz in ihnen nicht praktisch verwirklichen.

64 (Zu S. 151). Vgl. *G. Le Bon*. L'évolution de la matière. Paris 1905.

65 (Zu S. 152). Vgl. *Clausius*. Die Potentialfunktion und das Potential 4. Aufl. Leipzig 1885. — *H. Poincaré*, Théorie du potentiel newtonien. Paris 1899.

66 (Zu S. 153). Vgl. *Ch. Lyell*. Principles of geology. 1832.

67 (Zu S. 155). Vgl. *W. Eckardt*. Palaeoklimatologie. Leipzig 1910, S. 6.

68 (Zu S. 156). Vgl. dazu *E. Suess*. Das Antlitz der Erde. 3 Bde. Prag 1885 bis 1909 und *E. Kayser*, Lehrbuch der Geologie. 5. Aufl. Stuttgart 1919.

69 (Zu S. 156). Als Beleg diene *F. Frechs* Übersicht über die Entstehung des Erdreliefs: Es gibt nach ihm I. Bruchgebiete. Hierzu gehören die Liparischen Inseln (vergleiche Bd. I, Abb. 71), die Stellen neuer Meeressenkungen (wie die Adria, das

*) Wieviel? Kraft welcher Eigenschaft? Das wird nicht gesagt und ist willkürliche Fiktion.

Schwarze Meer, der Indische Ozean) kontinentale Senken nach Art der afrikanischen Grabensenke (Tanganjikasee) oder des Rheintales. II. Gebirge, die um die ursprüngliche Lücke des Pazific durch seitlichen Zug entstanden sind. Man vergleiche dazu auf einer Karte, wie der Stille Ozean von Randgebirgen und Vulkanketten umrandet ist. III. Alpine Gebirgstypen. An alten Rümpfen (Variskikum) wird eine plastische Zone aufgestaucht (vgl. *F. Frech.* Aus der Vorzeit der Erde. II. 1910. S. 20).

70 (Zu S. 158). Im besonderen tritt neuestens *H. Driesch* der Auffassung entgegen, als sei Entwicklung ein durchgängiges Weltgesetz. Desgleichen *H. Ludowici* in einem sehr lesenswerten Buch, das sich bemüht, ein durchgängig wirksames Gesetz des Ausgleiches nachzuweisen, in dessen Formulierung nichts als die Erkenntnis der Harmonie als oberste Zusammenhangsregelung und damit die Anerkennung der objektiven Philosophie steckt. Vgl. *H. Driesch,* Philosophie des Organischen 1911. Logische Studien über Entwicklung. (Sitz-Ber. der Heidelberger Akademie der Wissenschaften 1918—1919) und *H. Ludowici,* Spiel und Gegenspiel. München 1921.

71 (Zu S. 159). Vom äußeren Keimblatt (Ectoblast) stammen z. B. die äußere Haut und deren Einstülpungen in den Körperöffnungen, das Nervensystem, die Linsen. Vom inneren Keimblatt (Entoblast) die Schleimhäute und die in sie mündenden Drüsen (Leber, Pankreas) im ganzen Bereich der Verdauungs-, Atmungs- und Ausscheidungsorgane. Vom Mittelblatt (Mesoblast) zweigen sich ab die Muskeln, die Auskleidung der Geschlechtswege, Keimdrüsen, der Niere. Vom Zwischenblatt (Mesenchym) die Bindegewebe, Knochen, Knorpel, Organmuskeln, Blut-Lymphbahnen und Blut- sowie Lymphdrüsen. Nach *Keibel* und *Mall, Franklin:* Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.

72 (Zu S. 160). Bei dem Meereswurm *Sagitta* wies der französische Zoologe *Yves Delâge* nach, daß schon bei der Bildung der Morula gewisse Zellen als Keimzellen sich isolieren und an der allgemeinen Furchung nicht mehr teilnehmen, sondern das Sondergesetz der Geschlechtsorganbildung befolgen. Auch an der Gastrula des einfachsten Wirbeltieres (der Branchiostoma lanceolata) sondert sich das Mesenchym durch Einfaltung von vornherein (nach *Hatschek)* ab.

73 (Zu S. 162). Vgl. *P. C. van der Wolk,* in Cultura 1919 — Näheres über Mutationslehre, s. in *P. Kammerer,* Allgemeine Biologie. Stuttgart 1905. — Vgl. auch *V. Häcker,* Allgemeine Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig 1912. — *R. Semon,* Die Mneme. 3. Aufl. Leipzig 1911.

74 (Zu S. 166). Vgl. hierzu *E. Häckel,* Generelle Morphologie. — *W. Boelsche,* Entwicklungsgeschichte der Natur. *E. Wiedersheim,* Der Bau des Menschen als Zeuge seiner Vergangenheit. *K. Guenther,* Vom Urtier zum Menschen.

Nach den in der anthropogenetischen Literatur gegebenen Stammbäumen hat sich dieser Wissenszweig folgende Vorstellung von dem Stammbaum der Tiere gemacht.

Die 12 Menschenrassen der Gegenwart werden durch Vermittlung des Pithecanthropus erectus abgeleitet von einer hypothetischen, noch nicht gefundenen Vorstufe (Missing link), die gemeinsamen Ursprung mit den Herrenaffen (Gorilla, Orang, Schimpanse, Gibbon) hat, die also nicht als unmittelbare Vorfahren, sondern als weiterentwickelter Seitenzweig angesehen werden.

Die Säugetiere sind mit den Reptilien und Vögeln zusammen als Amnioten gegenübergestellt den einheitlich abstammenden Anamniern (Amphibien, Fische, Rundmäuler, Schädellose, Bd. I Abb. 26).

Ein Seitenzweig von ganz willkürlicher Insertion sind die Gliedertiere, geschieden in die Krebstiere und die Tracheaten (Protracheaten, Tausendfüßler, Spinnentiere und Insekten) (s. Bd. I Abb. 46).

Hypothetisch als Vorfahren der Wirbeltiere gedeutet werden die Manteltiere (Tunikaten) mit den Seescheiden und Appendikularien als Urchordatiere.

Eine Gruppe einheitlicher Abstammung sind auch die Weichtiere (Mollusken), die dreierlei Entfaltungsreihen, die Schnecken (Gasteropoden), Muscheln (Lamellibranchiaten) und Kopffüßler (Cephalopoden) ausgebreitet haben. (Abb. 75).

Ein Phylum von unverkennbarer stammesgeschichtlicher Geschlossenheit sind die Würmer (Vermes), wenn auch im einzelnen die Zusammenhänge zwischen Rädertieren (Bd. I Abb. 82), Ringelwürmern (Anneliden), Rundwürmern und Plattwürmern noch aufhellungsbedürftig sind.

Das gleiche gilt für die Echinodermaten (Bd. I Abb. 46), obwohl der Stammbaum hier von den Seesternen (Asteroideen), Seelilien (Crinoideen) zu den Seewalzen (Holothurioideen) zu den Seeigeln (Echinoideen) weit weniger Schwierigkeiten bereitet.

Ganz in sich geschlossen erscheinen auch die Coelenteraten mit den Klassen der Schwämme, Rippenquallen (Ctenophoren), Polypen (Abb. 73), Medusen und der Korallentiere (Bd. I Abb. 24).

Um so hypothetischer und zusammenhangloser sind die Urtiere (Protozoen), zwischen deren Klassen der Wurzelfüßler (Bd. I Abb. 58) und Flagellaten (Bd. I Abb. 79) zwar die engsten Beziehungen bestehen. Um so strenger geschieden sind die Sporozoen und die Wimpertierchen (Ciliaten Bd. I Abb. 77), deren wahre stammesgeschichtliche Stellung heute ebenso unklar ist, wie die der Wenigzeller (Mesozoen) oder der merkwürdigen *Häckelschen* Katallakten und Moneren.

An dem genetischen Zusammenhang dieser genannten kleineren und größeren Gruppen in sich, Ciliaten, Sporozoen, Rhizopoden und Flagellaten (die man unbedingt vereinigen muß), Coelenteraten, Vermes, Mollusken, Tunikaten, Arthropoden und Vertebraten ist kein Zweifel möglich. Ganz unklar aber ist der Zusammenhang dieser 9 Phyla miteinander. Namentlich zwischen Protozoen und Metazoen klafft eine unüberbrückbare Lücke, wenn auch zwischen Coelenteraten, im besonderen zwischen den höchsten Ctenophoren und den niedersten Plathelminthen einige Fäden den Uebergang vermitteln, so ist wieder die Scheidung von Chordatieren (Wirbeltieren) und Evertebraten eine strenge und vollkommene. Das ist an sich höchst auffällig, sogar wenn die monophyletische Abstammung zu recht bestehen sollte. Warum sterben die Zwischenformen innerhalb der Klassen nicht so leicht aus, wie die innerhalb der Tierstämme?

Das gleiche gilt für die Pflanzenarten, deren Stammbaum einfacher, aber trotzdem namentlich in seinen Anfängen nicht besser durchschaut ist. Im natürlichen System von *A. Engler*, das auf den Stammbaum aufgebaut ist, werden die folgenden XII Stämme des Pflanzenreiches unterschieden:

I. Schizophyta (umfassen Spaltalgen und Bakterien (Bd. I Abb. 80).
II. Myxothallophyta (Schleimpilze). (Bd. I Abb. 92).
III. Flagellatae (Bd. I Abb. 79).
IV. Dinoflagellatae (Abb. 28).
V. Zygophyceae (Jochalgen und Kieselalgen) (Bd. I Abb. 65).
VI. Chlorophyceae (Grünalgen, inkl. der Siphoneen) (Bd. I Abb. 87).
VII. Charales (Armleuchteralgen).
VIII. Phaeophyceae (Brauntange).
IX. Rhodaphyceae (Rottange).
X. Eumycetes (Pilze) (Abb. 77) (inkl. Flechten, Bd. I Abb. 94).
XI. Archegoniatae (Moose und Farne). (Abb. 64 bis 66).
XII. Phanerogamae (Blütepflanzen). (Abb. 40).

Es sind hier also ganz andere Gesichtspunkte der Gliederung in Betracht gezogen wie in der Zoologie, was schon an sich ein Verstoß gegen die Gesetze einer einheitlichen Biologie und daher unzulässig ist. Die Zoologen wählen die Einzelligkeit als ausschlaggebendes Merkmal und vereinigen ihm zuliebe in den Protozoen Lebensformen, die ohne Zweifel nicht voneinander abstammen. Die Botaniker legen hier-

auf gar kein Gewicht und vereinigen in den Schizophyten, Zygophyceen und Chlorophyceen unbedenklich typische Einzeller, Coenobien (vgl. Bd. I, S. 220) und Gewebepflanzen (Ulva, Coleochaete) sowie Zellenlose (Botrydium, Caulerpa). Desgleichen im Kreis der Pilze. Die Pilze werden auf Grund ihrer heterotrophen Ernährungsweise abgeschieden, obzwar auch unter den Kieselalgen (Nitzschia putrida und die edaphischen Verwandten) genug heterotrophe Formen sind, ebenso unter den Flagellaten, die von Zoologie und Botanik mit Recht in Anspruch genommen werden und auch, ebenso wie die Phanerogamen (Lathreaea, Rafflesia [Bd. I Abb. 88]), Drosera (Abb. 30) sowohl Saprophyten und Parasiten, wie tierisch lebende Formen umfassen.

Das ist alles unhaltbar, und die Biologie hat alle Ursache, die phylogenetische Forschung nach den neuen Gesichtspunkten wieder ganz in den Vordergrund zu rücken.

Sind schon unter den Stämmen des Tierreiches die verbindenden Brücken spärlich und nicht eben tragkräftig, so sind nur zwischen Archegoniaten und Phanerogamen Fäden da, es fehlt aber jeder Zusammenhang zwischen den alten Thallophyten und den höheren Kryptogamen. Es ist ausgeschlossen, die ersten zehn Stämme des Pflanzenreiches irgendwie auseinander abzuleiten. Die phylogenetische Situation in der Botanik ist völlig hoffnungslos. Auch *R. v. Wettstein* (Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig 1910), der sieben Stämme unterscheidet (Myxophyta, Schizophyta, Zygophyta, Euthallophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Cormophyta) und damit ohnedies allen *Möglichkeiten* phylogenetischer Zusammengehörigkeit Rechnung trägt, sagt hierüber: „Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß unter den sechs ersterwähnten Stämmen sich Abkömmlinge jener Typen befinden, von denen auch die Cormophyten abzuleiten sind, doch ist es derzeit unmöglich, derartige Typen mit einiger Wahrscheinlichkeit nachzuweisen, weshalb ich die durchgeführte Trennung vorläufig wenigstens für richtig halte." Vgl. auch *A. Engler* und *C. Prantl*, Die natürlichen Pflanzenfamilien. 1899—1900. A. Engler, Das Pflanzenreich. Leipzig 1900.

75 (Zu S. 167). Derartige rudimentäre Organe des Menschen sind das Urhaarkleid (Lanugo) des Fetus, Sohlenhornreste, Montgomery'sche Drüsen, die tierische Thoraxform beim Kinde mit vorschlagendem dorso-sternalem Durchmesser, der Schwund der Bauch- und Halsrippen, die Reste am oberen Ende des Sternums, der Processus paramastoideus, Reste des Branchialskelettes, Processus coracoideus, dreigliedrige Daumen, Prävalenz des Malleolus tibialis beim Fetus, die Musc. caudae humanae, die Spuren einer Metamerie der Bauchmuskeln, Muskeln der Ohrmuschel, die Plantaraponeurose, der Musc. flexor pollicis longus proprius, die Zirbeldrüse und der Hirnanhang (Hypophyse), das Jacobson'sche Organ, das Milchgebiß und die Weisheitszähne, Thyreoidea und Thymus, Appendix, Sinus Morgagni, Arterienbogen in der Kiemengegend, die Reste des Müller'schen Ganges beim Mann, Clitoris, Nebennieren usw. Vgl. *R. Wiedersheim*, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. IV. Aufl. 1908.

76 (Zu S. 172). Die ersten Schritte der Menschwerdung sind nach allem, was die vergleichende Biologie der Menschenaffen und die Palaeoanthropologie weiß, etwa in folgender Weise vorzustellen:

Die vergleichende Ökologie der Säugetiere beweist, daß kletternde Tiere jeweils die intelligentesten sind, weil Gesicht, Gehör und Tastsinn bei ihnen harmonisch in Anspruch genommen, daher am besten ausgebildet sind. Wenn nun die Proanthropoiden in einer waldlosen Gegend oder durch Klimawechsel zu einer zweibeinigen Lebensweise gezwungen waren, wie man das gelegentlich an den Menschenaffen auch heute noch sehen kann, dann war damit eine Änderung der Sinne und der Intelligenz gegeben.

Schon die Paviane wenden gewohnheitsmäßig in solchen Gegenden jeden Stein um, um darunter Insekten zu finden. Auf die gleiche Weise müssen die Proanthropoiden

bald mit allen Steineigenschaften bekannt geworden sein, woran man bei Beurteilung der *Eolithen*frage denken möge. (Älteste zweifellose Eolithe sind immerhin die altpliocänen von Aurillac im Cantal.) Schon Affen schützen sich durch Zweige vor Regen und Sonne. Jedenfalls kann der Weg nicht anders gedacht werden, der von der Wissenschaft der Tiere zu jener des Menschen führt.

Auf diese Weise muß das erste Werkzeug entstanden sein, und es ist hierfür ganz nebensächlich, wie seinerzeit die Streitfrage, ob die Eolithe von Boucelles aus dem Oberoligocaen die ältesten sind, oder ob die „Menschwerdung" erst in späteren Zeiten des Tertiaers beginnt, entschieden wird. Wichtiger ist das heute schon Unbestreitbare, daß bis zur Gegenwart der Begriff Mensch sehr verschiedene Stufen der „Menschwerdung" gleichzeitig umspannt. Noch jetzt leben mit uns Eolithiker; das Neolithikum ist in der Südsee in vollster Blüte, ebenso der Pfahlbau, die Bronzekultur ist noch nicht überwunden, und die Früheisenzeit beherrscht die Negertechniken Afrikas dort, wo sie noch europäerungewohnt sind. Und dementsprechend fand auch der Urgeschichtsforscher Rassen der verschiedenen Stufen nebeneinander und im Kampfe miteinander.

Neben Madeleinewerkzeugen fanden sich auch Spuren des jüngeren Eolithikums (Archaeolithikums), so wie Australier, Papuas, Alaska-Eskimos oder die Pescheräh des Feuerlandes rezente Steinzeitler sind. So wie sie, schweiften auch Horden von Eolithikern unter den höher Zivilisierten. *(Rutôt).*

77 (Zu S. 174). Vgl. hiezu *Th. Morgan*, Regeneration. Leipzig 1907 und *P. Kammerer*, Allgemeine Biologie. Stuttgart 1915.

78 (Zu S. 175). Vgl. *E. Schultz*, Über umkehrbare Entwicklungsprozesse. Leipzig 1908.

79 (Zu S. 181). Zu den in Bd. I auf S. 94 genannten Beispielen tritt noch ein ungemein reiches Material der Palaeontologie. Rezente Gattungen gehen unverändert zurück bis ins älteste Palaeozoikum. Im Silur lebten schon die Gattungen Discina, Krania, Rhynchonella, Leda, Arca, Avicula, Dentalium, Patella, Pleurotomaria, Turbo, Trochus, Xenophora. Der heute noch lebende Nautilus findet sich in allen Perioden bis zum Silur. Für ihn existiert also seitdem kein Entwicklungsgesetz. Aber auch für höhere Tiere trifft das zu. Palaeohatteria aus dem unteren Perm stimmt in Vielem mit der auf Neu-Seeland noch lebenden Hatteria überein.

Die Feinheiten im Aufbau der Echinodermaten sind seit dem Silur die gleichen geblieben; sie haben sich auch nicht morphologisch entwickelt. Sogar die Zell- und Knochengewebe devonischer Wirbeltiere und jurassischer Fische stimmen mit denen der Jetztzeit überein. Eine histologische Entwicklung hat nicht stattgefunden.

80 (Zu S. 183). Es wäre hier übrigens zu beachten, welch eigentümlicher Zusammenhang zwischen den phylogenetischen Merkmalen und der fundamentalen Mechanik der Lebensweise besteht. Man bedenke doch, daß alle unbeweglichen oder langsam sich bewegenden Tiere aktinomorph sind (Spongiaria, Coelenterata, Echinodermata), alle schnell und freibeweglichen dagegen bilateral (Insekta, Vertebrata). Besonders schön zeigt sich diese Erscheinung im Kreise der Protozoen (Heliozoen und Radiolarien sind radiär gebaut, die rasch beweglichen Ciliaten bilateral), von denen z. B. der Flagellat *Dimorpha mutans* in seinem rasch beweglichen Stadium bilateral, im ruhigen Schwebestadium aktinomorph geformt ist. Das gleiche zeigt sich bei *Cestus* und *Leptoplana* unter den Medusen. Bilateralität erscheint in diesem Lichte als „technische Form" einer bestimmten Bewegungsart.

Wenn dann bilaterale Tiere wieder langsame Bewegungen als Lebensweise annehmen, beginnen sie sich einzurollen, man denke an die alten Orthoceratiten und die Ammoniten; während die schnell beweglichen Flügelschnecken (Pteropoden), bilateral bleiben, rollen sich die *Heliciden* spiralig auf. Nebenbei gesagt, wer könnte leugnen, daß auch im menschlichen Organismus Anzeichen einer Torsion vorhanden

sind. (Nierensitus, Herzsitus, ungleiche Entwicklung der Lungen, Leberlappen, Rechts- oder Linkshändigkeit usw.)

81 (Zu S. 185). Vgl. *Osw. Spengler*, Der Untergang des Abendlandes. Wien 1917. I. Bd. Diese *Spengler*'schen Gedanken von den „physiologischen Funktionen" der Völker kennt das wissenschaftliche Denken allerdings schon seit *A. Comte* und *H. Spencer*. *Spencers* „Soziale Statistik" von 1850 (also vor dem Darwinismus und vor *Haeckel's* Auftreten) enthält bereits diese Grundgedanken, wonach der Mensch ganz den Gesetzen des Lebens unterworfen sei, und in seinem Essay über die Entwicklungshypothese von 1852, der die *K. E. v. Baer*'schen Gedanken aufnimmt und auf höherer Stufe verarbeitet, ist im Prinzip auch schon die *Spengler*'sche Konsequenz für das Völkerleben vorweggenommen. Bei ihm ist anerkennenswert früh schon die Erkenntnis ausgesprochen, daß die Differenzierung der Völker stets mit einer Abnahme der Fruchtbarkeit verbunden sei. Eine Fülle ähnlicher Gedanken entwickelt dann teilweise in seinen Bahnen der deutsche Sozialethiker *J. Unold* (Organische und soziale Lebensgesetze. Leipzig 1906), der, sogar darüber hinausgehend, sehr wohl die „Beharrungsepochen" in der Geschichte der Menschheit kennt und zugibt, wie auch den Begriff der historischen „Reize" (Bedürfnisse) als Auslösung von Entwicklungsperioden. In dem Maße, in dem sich *Spengler* mit diesen Ideen auseinandersetzen wird, wird sein „autonomer" Standpunkt sich immer mehr in einen objektiven wandeln.

Das Selektionsgesetz

Die Ausgleichsprozesse der Welt — Klärung der Begriffe Optimum und Harmonie — Nur optimales Sein gelangt zur Harmonie — Auch die Optima bedürfen eines wechselseitigen Ausgleichs — Die Unterschiede in der Dauer — Die Umwelt begrenzt die Dauer — Das Fundament einer objektiven Ethik — Möglichkeit einer Weltselektion — Die gegenseitige Hilfe als antiselektives Mittel — Die Hilfsmittel der Organisreits ein Selektionsergebnis — Selektive Prozesse in der Physik — Selektive Absorption — Semipermeable Membranen — Selektive Katalyse — Der selektive Bau der Kristalle — Erosion als selektives Geschehen — Die Auslese der Wolkenformen — Der Selektionsgedanke bei *Malthus* und *Darwin* — Die Gewebe- und Panselektion — Die gegenseitige Hilfe als antiselektives Mittel — Die Hilfsmittel der Organismen zur Sabotage der Selektion — Die Migrationen der Organismen — Die Schreck- und Warnfarben — Ausmerzende Wirkung der Selektion — Der Wille als Selektor — Selektion als Vorfrage des Erkennens — Die Selektion im praktischen Leben und in der Kunst — Selektive Nahrungswahl — Die Bewegungswahl der Pflanzen — Die geschlechtliche Zuchtwahl und ihre Grenzen — Kritik der Darwin'schen Selektionslehre — Die Selektion ist nicht schöpferisch — Die Fluktuationen sind nicht artbildend — Das Quetelet'sche Gesetz — Das Galton'sche Rückschlaggesetz — Nachweis der Unrichtigkeit der Darwin'schen Selektionsannahme — Das wahre Selektionsgesetz — Zusätze und Anmerkungen.

Was immer von den Bestandteilen der Welt unserer Betrachtung zugänglich geworden ist, überall trat derselbe Eindruck entgegen, der sich namentlich in dem Abschnitt über das Optimum häufte: *Alles ist unstabil, alles ändert sich, bis ein Ausgleich erreicht ist.* Diese Erfahrung haben nicht wir allein gemacht. Seit dem berühmten panta rhei des *Heraklit* hat die Menschheit immer wieder in neuen Ausdrucksformen im Glück die Veränderlichkeit des Seins beklagt und im Leid aus ihr Trost geschöpft. Diese Erfahrung war und ist in den naiven Gemütern noch sicher auf lange hinaus die stärkste Stütze des Entwicklungsglaubens.

Es zieht sich aber für jene, welche dieses Werk aufmerksam studierten, stets eine noch nicht gelöste Antinomie durch seine Ergebnisse, so oft dieser erreichte Ausgleich berührt wurde. Das einemal endete nämlich die Unstabilität, sowie das Optimum eines Zustandes erreicht war. Die

stete Beweglichkeit einer Talwand dauert an, bis ihr Optimum, nämlich der Böschungswinkel von 45° erreicht ist, worauf ohne Hinzutreten neuer Kräfte das Rutschen des Gerölles aufhört. Diese Erfahrung, von der bei Anlage von Eisenbahn- oder Flußdämmen täglich Gebrauch gemacht wird, macht diesen Satz sicher. Das andere Mal aber sahen wir, daß auch das erreichte Optimum der Einzelteile ihnen noch keine Dauer verschafft, daß sie auch dann steter Änderung unterworfen sind, bis nicht ein neuerlicher Ausgleich höherer Stufe, nämlich das Eintreten eines Zustandes, den wir Harmonie nannten, dem ein Ziel setzt. Wir haben gelernt, das Leben als einen Ausgleich widerstrebender Kräfte aufzufassen; wir bewunderten, um unser Denken auf ein anschauliches Beispiel zu richten, die Pflanzen, die Gräser, Blumen und Kräuter einer Wiese als optimale Lösungen des Lebensproblems, allerdings als ein Optimum, das, stets erreicht und jeden Augenblick zerstört, sich nur durch den Lebensprozeß immer wieder erhalten und neu aufrichten kann. Und trotzdem ist eine solche Pflanzengesellschaft nichts Dauerndes. Die Untersuchungen, namentlich der dänischen Botaniker und des Deutschen *Schimper* haben gezeigt, daß eine stete Änderung der Vegetationen stattfindet, auch ohne daß klimatische oder geologische Änderungen solches provozieren. Die einzelnen Pflanzenindividuen passen sich aneinander an, und die Arten schließen sich zu *Vereinen* zusammen, von deren Existenz wohl schon jeder das Eine oder Andere erfahren hat, und sei es nur in der Form, daß es ihm aufgefallen ist, daß Brennesseln fast stets mit Melden, Hirtentäschel und Disteln beisammen stehen oder Kuckuckslichtnelken mit Hahnenfüßen und Günsel, oder daß Waldmeister nur unter Buchen wächst. Wer kein Botaniker ist, schaue sich das große „Rasenstück" des *Dürer* einmal auch darauf hin an; da ist ein natürlicher *„Pflanzenverein"* in unübertrefflicher Treue gemalt.

Aber die Pflanzenvereine sind nicht stabil. Die der Moore wandeln sich allmählich — schon binnen einem Menschenalter ist das möglich — in die der sauren Wiesen. Das *Caricetum,* wie der Botaniker eine saure Wiese benennt, geht über in eine trockene Wiese von süßen Gräsern oder in eine Heide. Und auf der Heide melden sich dann bald Strauch und Baum, und es entsteht eine Parklandschaft. Doch auch sie bleibt nicht erhalten. Die Holzgewächse gewinnen das Übergewicht, ohne daß jedoch die Stauden und Kräuter, ja nicht einmal die Gräser und Moose ganz verdrängt werden. Es entsteht ein Wald, der sich, wenn man ihn daraufhin betrachtet, wie ich auf das Angelegentlichste allen meinen Lesern empfehlen mag, als ein vollkommener Ausgleich der Individuen und Arten, der Einzelvereine und Formationen erweist, als eine Harmonie der Teile. Und wie bereits erwähnt ist der Wald ein Schlußverein. Er hat absolute Dauer aus sich selbst und kann nur durch äußere Kräfte, die gewaltiger sind als er, und dann nicht dauernd vertrieben werden. Im Aztekenreich hat der Mensch die Wälder gerodet, um seine Städte anzulegen, aber was sehen

wir heute dort? Das Aztekenreich ist vergangen, der Wald aber ist geblieben. Tief verborgen im Dunkel, überwuchert vom Grün, steht noch ein Tempel da und dort mit Götterfratzen und zerfallendem Turm, aber unberührt breitet sich wieder der Götter überdauernde keusche, gewaltige Wald darüber. Und genau so wird in einer fernen Zukunft auch der heute vertriebene Wald wiederkehren und grünen auf den Ruinen der europäischen Großstädte. Da steht ein Beispiel vor uns, in dem nicht das Optimum das Ende der Entwicklung nach sich zog, sondern erst die Harmonie. Wie ist nun dieser Widerspruch auszugleichen? Gerade das gewählte Beispiel erscheint sehr vorteilhaft, um an ihm den tieferen Sinn von Optimum und Harmonie, dem wir nun offenbar auf der Spur sind, verstehen zu lernen. Es gibt nämlich, wie die Pflanzenvereine erweisen, eine *Integration der Optima.* In einer Vielheit, oder um in der spezifischen Sprache der objektiven Philosophie zu reden, in einem komplexen System, erreichen die einzelnen Teile, auch wenn sie selbst schon optimal durchgebildet sind, ihr Optimum in höherem Sinn erst durch den harmonischen Ausgleich miteinander, der also zugleich wieder ein Optimum der höheren Integrationsstufe darstellt. Man sieht daraus, *daß jede Integrationsstufe ihr Optimum hat, welches der Entfaltung auf dieser Stufe ein Ziel setzt und Entwicklungen stets nur dann auslöst, wenn dieses Optimum durch einwirkende, fremde Kräfte gestört wird.* Das Geschehen in einem Kristall ist optimoklin und steten Wandlungen so lange ausgesetzt, bis er nicht die seiner Artung entsprechende Größe erreicht hat. Dann steht sowohl die Gestaltung wie das Wachstum still, unter Umständen jahrmillionenlang. Wird er aber verletzt, dann setzen bei dem Vorhandensein geeigneter Mittel sofort Regeneration und damit wieder Wachstumsvorgänge ein, bis wieder der Ausgleich völlig geschlossen ist. Hierauf steht neuerdings alles still. In einer Lösung, in der Elemente und labile Verbindungen von noch freien Valenzen, also solche, die nicht das Optimum ihres Seins erreicht haben, vorhanden sind, erfolgen chemische Neubildungen (welche die Entwicklungstheoretiker konsequent auch Entwicklung nennen müßten). Dann ruht der Chemismus, bis wieder neu herzutretende Substanzen das Gleichgewicht der Affinitäten stören und einen Neuausgleich provozieren. Ein Tierembryo entfaltet in raschem Wachstum alle in ihm liegenden Fähigkeiten und stellt dann die ontogenetische Entwicklung ein, wenn er „voll entwickelt" ist, d. h. das Optimum der in ihm liegenden Gestaltungsfähigkeit erreicht hat. Wird das Tier aber lädiert, dann beginnen in Gestalt von Regenerationen neuerdings Entwicklungen, die nur bis zur Heilung der Wunden andauern.

In allen diesen Fällen gehen aber die „Entwicklungen" weiter unter der Herrschaft des Integrationsgesetzes, indem Kristalle, Substanzen und chemische Verbindungen sowie Organismen als Bestandteile von Systemen stets hineingerissen sind in deren Unstimmigkeiten und die sie regelnden

Ausgleichsvorgänge. Die Kristalle werden zu Bestandteilen von Gesteinen und teilen deren Schicksale, die Stoffe unterliegen den Gesetzlichkeiten des Irdischen, die Organismen sind Glieder von *Biocoenosen* (d. h. Vereinigungen von Lebewesen, die voneinander abhängig sind) nach Art der Wiesen, des Planktons, des Edaphons, der Auwälder usf., und so werden sie mitgerissen in den Wirbel solcher Änderungen, wie vorhin das Werden der Wälder aus den Moosen und Heiden als ein Beispiel für viele betrachtet wurde.

In mannigfachen Stufen setzt sich das fort. Tier- und Pflanzenvereine gehören zu Formationen; Edaphon und Pflanzensiedlung mit der ihr entsprechenden Tierwelt[82]) einen sich zu Lebensbezirken, die instinktiv schon vor der Wissenschaftsanalyse des Menschen Sprachgeist richtig zu sondern gelernt hat, wenn er von Wüste, Steppe, Wiese, Wald und Moor, Sumpf und Alpenmatte u. dgl. sprach. Diese wieder verschmelzen in den Begriffen der großen biogeographischen Regionen wie der Palaearktis, Nearktis, der neotropischen oder indochinesischen Region, in Begriffen wie Mediterraneum, Makaronesien oder der Subarktis. Weitere Stufen sind der Erdball als Ganzes und das Sonnensystem, mit dem praktisch, wenn auch nicht theoretisch, die Grenzen der Einsicht in diese Gesetze erreicht sind.

Jeder Teil muß in diesen Systemen in seinem Verhältnis zu den anderen Teilen neuerdings sein Optimum suchen, und er sucht es auch, allerdings nicht aktiv, sondern jeder ist durch die Einwirkungen der anderen solange Störungen ausgesetzt, bis endlich ein Gleichgewicht hergestellt ist. Der Wald sucht sich wohl über die ganze Erde auszubreiten, aber Meer und Gebirge setzen ihm Grenzen, desgleichen das Klima in dem Maße der Niederschläge und der Dauer der Vegetationszeit, ebenso der Mensch mit seinen Kräften usf., bis endlich ein Ausgleich hergestellt ist, der ihm die bestmögliche Existenz gewährt.

Wenn man nun dieses übereinander getürmte System der Optima verfolgt, entdeckt man, was schon im Abschnitt über das Seins- und das Integrationsgesetz (Bd. I S. 75) gebührend hervorgehoben wurde, daß auf einer bestimmten Seinsstufe zum erstenmal dieser Ausgleich die Gestalt eines stets in sich wiederkehrenden Kreises besitzt. Das ist die Stufe des *Weltsystems*. Bis zu ihm hat jede der untergeordneten Stufen ihr besonderes Optimumgesetz und damit ihr eigenes „Entwicklungstempo". Diese sind voneinander sehr verschieden, und darum scheint oft eine „Entwicklung" abgeschlossen, während in Wirklichkeit da nur ein anderes, viel langsameres Ausgleichstempo anhebt. Auch der Böschungswinkel von 45° einer Talwand, von dessen Beispiel diese Zergliederung ausging, ist kein Dauerzustand; das Tal ist weiteren Erosionswirkungen, den Hebungen und Senkungen, also den geologischen Kräften höherer Stufe ausgesetzt, unter deren Einfluß es sich wieder, aber nur in säkularer Folge ändert. Und wenn man nun anhebt, die Erscheinungen in diesem Sinne durchzudenken,

so endet das mit der Einsicht, *erst wenn Teile nicht nur als einzelne ihr Optimum erreicht haben, sondern auch als System in ein optimales (harmonisches) Verhältnis zueinander getreten sind, dann sind* (und dann auch nur innerhalb dieses Systemes) *die Störungen ausgeglichen.* Schon im Weltsystem wird erkennbar, daß alle Störungen nur im Kreise laufen (die Entwicklung ist ein Kreis); erst wenn die Begriffe Kosmos (Welt) und Bios (Erleben) miteinander auch in ein harmonisches Verhältnis gelangt sind, dann erfolgt der große letzte Ausgleich, das Unveränderliche, Wirkliche. Das Sein ist dann für das Erleben vollendet, es ist ewig. Das ist es wohl, was *Nietzsche* meint mit dem dichterischen Wort: die große Stunde des Mittags ist da — und *Goethe* mit dem: Natur in sich, sich in Natur zu hegen und die großen Erleuchteten des deutschen Stammes mit der „Unio mystica in Gott". *Am Ende der Entwicklung steht also erst die Harmonie.* Harmonie aber ist nur zwischen Teilen möglich, und jeder dieser Teile muß sich erst optimal entfaltet haben.

Das ist das Verhältnis von Optimum, Harmonie und Transmutation oder „Entwicklung". Dieses Verhältnis bedingt nun, wie hervorzuheben sich schon wiederholt Gelegenheit fand (vgl. Bd. I S. 57, 81, 88), eine eigentümliche Konstellation im Weltgeschehen, nämlich erhebliche Unterschiede in der Dauer. Von dem Obersten: der Zeitlosigkeit des Erlebens*) und der absoluten Dauer des Kosmos, die unser Sprachgebrauch als Ewigkeit bezeichnet, bis zur flüchtigen, kaum aufblitzenden Erscheinung eines radioaktiven Elementes oder einer Sternschnuppe ist eine Stufenleiter der Unbeständigkeit mit unzählbar vielen Sprossen ausgespannt, die zu den hervorstechenden Charakterzügen des Welterlebens gehört. Ununterbrochen bestätigt das tägliche Erlebnis, daß von zwei Dingen gleicher Kategorie das eine früher seinen Zustand ändert oder gar aus dem Sein schwindet als das andere. Von vielen gleichzeitig ausgesäten Fichten erreichen nicht alle das fünfzigste Jahr, allerdings unvergleichlich mehr, als Menschen der gleichen Generation. Die Geschichte bezeugt uns, daß das Römerreich fast tausend Jahre dauerte, merkwürdigerweise so lange, wie das römische Reich deutscher Nation, während das deutsche Kaiserreich sich nicht einmal 50 Jahre lang zu halten vermochte und das chinesische Reich fast ganz unverändert seit 2500 Jahren bereits besteht. Die Pyramiden von Gizeh stehen unverändert seit mehr denn fünf Jahrtausenden, die von Dâhschur oder jene im Fajjum, die viel jünger sind, haben sich schon längst in einen Trümmerhaufen verwandelt. Die Bank von England häuft ihre Goldbarren seit dem Jahre 1694, also seit fast 300 Jahren, die österreichisch-ungarische Bank mußte bereits nach 103 Jahren liquidieren. Von den sieben Spinnen, die ich in meinem Flußbad täglich in ihrem Leben und Treiben beobachtete,

*) Man bedenke, daß die Begriffe Zeit und Raum für das Erleben keinen Sinn haben. Alles „Erleben" (die Vorstellung) ist unbeschränkt und an keine Zeit gebunden. Daher die Göttergaben der beschwingt über alles hinwegeilenden Fantasie.

lebten nach einem Monat nur mehr sechs; eine war verschwunden, wohl ausgewandert, aber die restlichen sechs waren in diesem Monat auch sehr ungleich gediehen. Drei waren fett und groß geworden und hatten ihr an günstigen Stellen angebrachtes Netz voll Fliegen und Mücken, zwei waren so geblieben wie sie waren und hatten nur je eine Fliege gefangen, und eine, die ihr Rad zu innerst ausgespannt hatte, saß noch nach vier Wochen dünn und wesenlos, mager und hungrig darin und wartete unerschütterlich und vergeblich. Sie wird sicher weder solange leben, noch soviele Nachkommen haben wie die anderen.

Diese Unterschiede in der Dauer sind eine der tiefsinnigsten Erscheinungen im gesamten Weltgeschehen. Versucht man die Erscheinung zu analysieren, so findet man als erstes, daß zwei Faktoren jede Dauer bestimmen: der Zustand und die Verhältnisse der Umwelt und der Zustand und die Verhältnisse des Individiuums.

Sehr bald wird aber klar, daß die Dauer vornehmlich vom Individuum abhängt, wenn zwischen ihm und seiner Umgebung der Zustand der Harmonie herrscht. Wird diese gestört, leidet darunter die Dauer des Einzelnen. Als Beispiel diene eine Pflanze, welche übermäßigen Regengüssen, Dürre, zu großer Hitze oder Kälte, zu wenig Licht ausgesetzt ist, vom Sturme umgerissen oder vom Blitz getroffen wird. Von dieser Seite aus steht also die Dauer ganz unter der Herrschaft des Harmoniegesetzes. Der andere Faktor hängt, wie sich beim ersten Nachdenken herausstellt, von den Funktionen des Individuums ab. Funktioniert es so, daß sich bald eine Harmonie mit seiner Umwelt herstellt, gelangt es dadurch alsbald zu seinem Optimum, und ist nun in seiner Dauer weit günstiger gestellt, als wenn es gegen die Seinsgesetze, die in die Harmonie münden, tätig ist. Denn dadurch entstehen stets aufs neue Disharmonien, welche zu ihrem Ausgleich wieder neuer Änderungen bedürfen, die aus dem Energiekapital des Individuums bestritten werden müssen, dieses daher früher erschöpfen als ohne solche Prozesse. Wird dagegen die Harmonie zur Umwelt hergestellt, dann wird die Dauer nur mehr von den Gesetzen des Systems, dem das Individuum angehört, und jenen Störungen begrenzt, denen die Integrationsstufe der Umwelt ausgesetzt ist.

Letzten Endes ist also der in der Macht des Individuums liegende Faktor ausschließlich die Art seiner Funktion. Ist diese durchwegs optimoklin eingestellt, wird die Dauer in den meisten Fällen länger sein, als bei einer nur teilweise vorteilhaften Funktion oder gar völliger Pessimoklise. Ein solches Individuum wird in seiner Dauer — oder wenn es Fortpflanzung und Wirkungen auf die Umwelt hat —, auch in seiner Vermehrung und seinen Wirkungen bald günstiger gestellt sein als seine Mitbewerber im Sein. Es wird übrigbleiben, die anderen werden vergehen. Übersetzt man diesen Gedankengang aus seiner abstrakten Farblosigkeit in ein anschauliches, und zwar gleich in das uns am nächsten interessierende Bei-

spiel, nämlich ins Menschenleben, so müßte er folgendermaßen aussehen: Abhängig ist der Mensch nach dieser Ansicht zunächst von seiner Umwelt, d. h. den Gesetzen des Weltalls, zu denen auch das Gesetz eines eigenen Systems, nämlich die durch die Physiologie, seine rassische Abkunft usw. bedingte Lebensdauer gehört. Er muß daher mit einer unvermeidlichen Begrenzung der Lebensdauer und Wirksamkeit aus diesen Gründen rechnen, und dazu mit den von außen kommenden Störungen, mit Unglücksfällen, Elementarereignissen und dergleichen von der Umwelt und nicht von ihm abhängigen Faktoren. In diesem Rahmen hängt nun seine „Lebensdauer“, Wirksamkeit und Macht durchaus wieder von der Art seiner Funktionen ab, sowohl den physiologischen wie den geistigen. Sind diese optimoklin, d. h. entwickelt er sich zum Optimum seiner Art, das sich in Harmonie mit seiner Umwelt in jedem Sinn zu setzen weiß, mit anderen Worten, benützt er seinen Verstand, um die Weltgesetze zu erkennen und zu befolgen, dann wird er auch ein gesunder, schaffensfroher und schöpferischer Vollmensch sein, der reichlich geistige oder leibliche „Nachkommen“ hinterläßt und das Leben bis an seine systembedingten Grenzen auslebt. Handelt er nicht im Einklang mit den Weltgesetzen, vielleicht weil er sie aus irgendwelchen Gründen mißachtet, dann muß sein Leben disharmonisch verlaufen, er wird dann zur Ursache stets neuer Änderungen d. h. Krisen werden, die seine Kräfte zersplittern und vorzeitig erschöpfen. Früher als es in seiner Natur und in den äußeren Verhältnissen lag, muß er vom Schauplatz seiner Tätigkeit verschwinden, die niemals reine Befriedigung bot. Das ganze Heer von Menschenleid in allen seinen Formen, jeweils variiert nach der Art seines Vergehens gegen die Weltgesetze, umschwebt sein Leben, und jenes schreckliche Wort uralter Weisheit von den Sünden der Väter, die noch gerächt werden am siebenten Kindeskind, wird auch für seine Nachkommen zur Wahrheit. So wie er selbst eine stete Quelle von Störung und Unruhe für seine Mitmenschen und seine gesamte Umwelt ist, und so wie in jedermanns Leben, auch wenn man selbst es so optimoklin gestaltet wie nur möglich, dennoch die Störungen einer disharmonischen Mitwelt und die Sünden der Ahnen als „Schicksal“ eingreifen. In diesem Beispiel steckt das Fundament der *objektiven Ethik* und der größte, in jedem Augenblick des Lebens goldene Früchte tragende praktische Nutzen der objektiven Philosophie für jedermann. Würde dieses fiktive Beispiel zur Wahrheit, wäre eine der größten aller Erkenntnisse gewonnen.

Die so umschriebene Gesetzmäßigkeit, welche für jeden Bestandteil des Weltsystems gültig ist, brächte eine *Weltselektion* mit sich, eine stete Auslese jener Teile, welche dem Optimum und der Harmonie des Ganzen näher stehen als die anderen, d. h. mehr im Sinne der Weltgesetze funktionieren. Damit ist nun die im ersten Band dieses Werkes (S. 88, vgl. auch Bd. II S. 118) geforderte Panselektion hoffentlich bis in ihr Letztes durchsichtig

geworden als notwendige Konsequenz aus dem Zusammenwirken der Funktions-, Optimum- und Harmoniegesetze. Mit einer neuen Art zu sehen tritt man aus dieser Stunde der Besinnung zurück in die Welt der Erscheinungen. Findet man diesen Gedanken bestätigt, woran sich nach der Logik allerdings kaum zweifeln läßt, ist wirklich das gesamte Sein an sich selektiv, dann wird eine der folgenschwersten ethischen Einsichten zum unverlierbaren Besitz und wird von da ab als steter Mahner bei allen der Vernunftregelung unterworfenen Handlungen mitreden und das Leben von jedermann, der bisher mit uns gegangen ist, in neue Bahnen lenken. Das ist die Bedeutung dieses Problems.

*

Das Selektionsgesetz, dem nachzuspüren jetzt unser Begehr ist, erscheint damit einfach als Folge und Ergänzung des Optimumgesetzes; es macht den Eindruck, das Mittel der Optimoklise zu sein, das dem Optimum automatisch zu seinem Sein verhilft.

Wie sind nun die Gesetze dieser angeblichen Weltselektion beschaffen? Es ist klar, daß, wenn das Weltgeschehen durchgängig ein selektives Geschehen wäre, dann zunächst in der Physik und Chemie nicht jede, sondern nur gewisse Möglichkeiten von Beziehungen verwirklicht wären, mit anderen Worten, daß dann der Raum und die Energiefelder diskontinuierlich erfüllt sein müßten. Die Materie müßte in diesem Fall eine atomistische Struktur besitzen, an gewisse Formen, d. h. an Singulationen gebunden sein, der Energieaustausch könnte nicht stetig, sondern müßte quantenweise erfolgen, alles Geschehen wäre an einen Rhythmus, an Wellen und Periodizität gebunden und könnte nicht in ununterbrochenem Zuge abfließen. Tatsächlich ist nun aber die Welteinrichtung dermaßen beschaffen, woraus *als notwendige Folge die Tatsache einer gewissen Auslese hervorgeht.* Tatsächlich bedeutet schon die Existenz von Natur- und geistigen *Gesetzen*, daß nicht jede Beziehungsmöglichkeit in dem Weltsystem verwirklicht ist, sonst müßte die Zahl dieser Beziehungen, vulgo Gesetze (die ja nur der Ausdruck für *stets wiederkehrende* Beziehungen sind) unendlich groß sein, was sie ja bekanntlich nicht ist.

In der Zahlenreihe 1, 2, 3, 4, 5, 6 ist ebenso wie in dem Gesetz der multiplen Proportionen (vgl. Bd. I S. 109) und dem Quantengesetz, das, wie wir erkannten, auf den gleichen Voraussetzungen beruht, die Tatsache selektiven Weltenseins ausgedrückt, indem zwischen den rationellen Zahlen noch unendlich viele Größen liegen, welche bei der Auslese, die sich in dem Prozeß des Rechnens und im physiko-chemischen Geschehen ausspricht, einfach durchfielen, und deren sich die *Infinitesimalrechnung* (die eben damit über das Zoëtische hinausgeht) zwar bedient, aber nur als Hilfsmittel, mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, daß die *Differentiale* zwar „unendlich klein *werden*“, aber niemals unendlich klein *sein* kann[83]).

Ich weiß nicht, ob sich die Physiker schon einmal klar gemacht haben, daß sie in ihrer Wissenschaft das Selektionsgesetz nicht entbehren können; ich habe wenigstens in ihrer Literatur keine Anzeichen dafür gefunden, daß sie es wissen, obzwar sie für gewisse Vorgänge selbst den Ausdruck „*selektiver Prozesse*“ geprägt haben, also das von der objektiven Philosophie Behauptete damit zugeben. Alle leuchtenden Gase und Metalldämpfe besitzen z. B. eine „selektive Emission“ farbiger Strahlen im Spektrum, d. h. sie senden entweder Linien oder *Banden* (d. s. breite Streifen) von bestimmter Lage und Farbe im Spektrum aus. Wenn man aber weißes Licht durch Dämpfe, also farbige Flammen sendet und ein Spektrum davon entwirft, dann wird gerade das Licht von der Farbe der gleichen *Fraunhofer*'schen *Linie* absorbiert, die der Dampf selbst emittiert. Der selektiven Emission steht also auch eine selektive Absorption gegenüber.

Eine ähnliche Selektion ist der Chemophysik auch von den *semipermeablen Membranen* bekannt, die im Organismus sowohl pflanzlicher wie tierischer Natur vorhanden sind und in der Plasmahaut jeder Zelle eine ausschlaggebende Rolle in der Ernährung spielen. Wären die Zellwände in unseren Darmzotten nicht halbdurchlässige Häute von ganz bestimmten, auswählenden Eigenschaften, so wäre jede Resorption des Speisebreies unmöglich gemacht. Im Laboratorium läßt sich das mit Pergamenthäuten, die gleicher Natur (sind sie doch tierischen Ursprunges) sind, nachahmen. Es zeigt sich dann, daß sie den einen Stoff diffundieren lassen, den anderen aber nicht, daß also eine ganz ausgesprochene Selektion tätig ist. Diese Erscheinung kennzeichnet auch die Pflanzenzelle, deren straffe Konstitution (der *Turgor*) nur dadurch zustande kommt, daß das Plasma selektiv gewisse Stoffe durchläßt, andere dagegen zurückbehält. Die Tatsachen der *Osmose*, die dabei entwickelten mächtigen Druckkräfte sind alles ebensoviele Beweise zugunsten der selektiven Plasmabetätigung. Durch die Plasmahaut der Pflanzenzelle geht Wasser sehr leicht hindurch, während die Kristalloide nicht hindurchwandern, sondern den Eintritt in das Plasma versperrt finden. Dagegen diosmieren alle Kristalloide, ähnlich wie durch eine Tierblase, durch die Zellhaut, die wieder den Kolloiden den Austritt versperrt, also, sollen diese in Korrespondenz treten können, durch Tüpfel und feinste Poren durchbrochen sein muß. Das gesamte Pflanzenleben wäre mithin unmöglich, wäre es nicht auf den Grundgesetzen der in der Osmose verborgenen Selektion aufgebaut.

Die selektive Tätigkeit der *Katalysatoren* in den chemischen Reaktionen wurde bereits erwähnt. Die Tatsache, daß es solche Stoffe gibt, die gleich dem fein verteilten Platin die Reaktionsgeschwindigkeit der kalten Gase ganz außerordentlich steigern, gehört an sich schon in den Bereich des Selektionsgesetzes, wie alles, was die *Ungleichheit* in der Welt befördert, umsomehr, als es sich dabei keineswegs um bloße Energietransformation handelt, wie bei allen anderen energetischen Prozessen. Will man die Fahr-

geschwindigkeit eines Zuges oder eines Schiffes steigern, muß man die dazu nötige Energie der Kohle oder der Elektrizität oder sonstwie entnehmen; man vermindert also irgendwo den Energievorrat der Welt und transportiert die Energie bloß anderswohin. Anders bei den Kontaktverfahren. Die Geschwindigkeitssteigerung der chemischen Reaktion erfordert, wie der Fabrikant, der auf diese Weise Schwefelsäure herstellt, sehr wohl weiß, theoretisch gar nichts, denn sie braucht keinen Aufwand an Energie, eine Tatsache, die nach einigen Generationen in der Welt der Technik eine ganz andere Bedeutung haben wird als heute.

Selektion ist es auch, wenn aus allen möglichen Gruppierungen von Molekülen in den *Kristallen* nur 230 Raumgittermöglichkeiten (vgl. Bd. I S. 129 und Abb. 36) realisiert sind und durch das Zonengesetz nur 32 Arten von Kristallklassen und sieben Gattungen von Symmetrie. In dem zu Beginn dieses Werkes entwickelten Satz: „Bei jeder Art von Materie gruppieren sich Teile unter *genau bestimmten* und konstant *festgehaltenen* Kantenwinkeln, nach *eigenen* Symmetriegesetzen und unter Wahrung *rationaler* Verhältnisse zu einer einheitlichen und harmonischen Kristallgestalt" sind in den in Kursivschrift gedruckten Ausdrücken überall die selektiv wirkenden Gesetzmäßigkeiten hervorgehoben, denen die oben erwähnten Eigentümlichkeiten der Kristallwelt zuzuschieben sind.

Dem Geographen ist es längst geläufig, daß das Relief der Festländer durch die gegenseitige Konkurrenz der Täler und der Berggipfel geprägt wird (vgl. hierzu Abbildung 5, 9 und 80). Die Erosion kann Täler nur dadurch schaffen, daß sie die jeweils den Fallgesetzen entsprechenden Wasserbewegungen ausführt, wie denn überhaupt, wenn der Begriff Gesetz selbst schon den der Selektion in sich schließt, in allen Anwendungen der Naturgesetze dann das Selektive wiedergefunden werden muß und wir uns diese Arbeit eigentlich sparen könnten, wenn es uns nur darauf ankäme, die Tatsache der Selektion selbst festzustellen. Da es uns aber nicht nur auf die Feststellung der Selektionsgesetze, sondern auch auf das Verständnis der Welterscheinungen an Hand der Weltgesetze ankommt, kann es doch nicht unterlassen werden, die merkwürdigen Phänomene der Talbildung, der Enthauptung der Flüsse, der Anpassung der Talnetze an die Gebirgssysteme näher zu betrachten.

Das fließende Wasser wirkt nun auf seine Unterlage vornehmlich durch die mitgeschleppten festen Bestandteile, wie wenn eine Säge wirken würde oder das Gestein mit Hacke und Spaten bearbeitet wäre. Flüsse können dadurch, wie z. B. die *Kander* am Thuner See in der Schweiz gezeigt hat, schon binnen weniger Wochen wilde Schluchten von 40 m Tiefe schaffen, in denen der Fluß täglich an 40 000 Kubikmeter Gesteinsmaterial in den See schleppt. Wie der den Stein höhlende stete Tropfen durch seine Wirbelbewegungen wirkt, mögen sich die, welche noch keine Klamm gesehen haben, an Abbildung 98 betrachten; Bäche erzeugen dadurch „Wir-

belkolke“ (vgl. Abbildung 99) und Strudellöcher von oft gewaltiger Tiefe. Nur ist diese ganze Arbeit je nach dem Charakter des Gesteins, in dem sie ausgeführt wird, in ihren Wirkungen höchst verschieden, und das bewirkt den selektiven Effekt. Eine Zusammenstellung von Angaben hierüber wird volle Beweiskraft auch für die schärfste Kritik besitzen. Ich entnehme sie dem Werke von *Neumayr-Sueß* Erdgeschichte (3. Afl. 1920):

Der Fluß Sineto (Sizilien) hat durch Lava seit 300 Jahren ein Bett bis 35 m Tiefe und 16 m Breite genagt.

Die Kander (Schweiz) hat in wenigen Wochen in Schottern eine Schlucht von 40 m Tiefe erodiert.

Die Salzach (Salzburg) hat in offenbar hartem Gestein in 30 Jahren ein Bett von 1,5 m erodiert.

Der gleiche Fluß hat in Schutt in 8 Jahren eine 2 m tiefe Schlucht ausgenagt.

Die Düna (Kurland) hat in Kalk und Dolomit in 34 Stunden ein Bett von 1—3 m Tiefe aufgerissen.

Überdenkt man diese Angaben mit unserer Logik, so erkennt man daraus, daß die Erosion sich um so mehr dem Optimum nähert, einen je größeren Wert der Bruch $\frac{\text{Gesteinshärte}}{\text{Wasserkraft*)}}$ besitzt. Da aber im Flußlauf bei gleichbleibender Wassermenge der Wert „Wasserkraft“ ununterbrochen wechselt, wird das Relief des Tales ungleich. Nicht nur daß das Längsprofil eines Gewässerlaufes stets eine im Oberlauf steilere, im Unterlauf flachere Kurve darstellt, sondern auch das Querprofil wird differenziert. Wo optimale Erosion stattfindet, nämlich senkrecht erodierende Wirkung im Wasserfall, wandert dieser nach rückwärts; es entsteht eine intensive „geographische Entwicklung“, die solange dauert, bis der Ausgleich geschaffen, nämlich die Schlucht durchsägt und der Wasserfall aufgehoben ist (das Ende aller Wasserfälle: die Schlucht oder Klamm, am großartigsten im Koloradogebiet in Nordamerika). Wo nur langsam die Wasser einschneiden, werden die Gehänge flacher, von Schutt überrieselt, das V des typischen Erosionstales wird immer weniger spitz, das Tal wird seitlich ausgeweitet, es entstehen Mäander (Abb. 101), aus dem V- wird ein immer weiteres U-Profil. So paßt sich das Talnetz der Erosion an, die aus Hochebenen Gebirgslandschaften (Täler ohne Berge) schafft nach Art des Isartales oder teilweise des Elbsandsteingebirges (Bd. I Abb. 69) oder nach Art der *Cañon*-Landschaft am Rio Colorado in Arizona, wo der große Cañon in 320 km Länge bis 1800 m tief ist und das „Erhabenste“ genannt wurde, was es auf Erden gibt.

---

*) Dieser Wert setzt sich zusammen aus den Faktoren: Wassermenge, lebendige Kraft des Wassers durch die Neigung des Bettes, wobei natürlich die Wassermenge die im Profil des Flußlaufes in einem gleichbleibenden Zeitmaß durchflutet, verstanden wird.

Durch diese Ungleichheit werden die Täler selektiert; die Täler werden verlagert, Nebentäler schneiden manchmal Haupttäler an, große geologische Decken werden bis auf wenige Reste entfernt, oft, wie es in den Alpen der Fall ist, wo über den Kalk- und Urgesteinszonen alle jüngeren Decken längst fehlen, wahrhaft denudiert, und die Unterlage wird je nach der Härte des Gesteins selektiv zu einem Relief umgestaltet. Ein prachtvoller Wettbewerb der Flüsse tritt ein, indem die Gewässer, welche den tiefer liegenden Ausgleichspunkt haben (die tiefere Erosionsbasis), mit ihrem steileren Gefälle rascher nach rückwärts einschneiden, wie man das an manchen Nebenflüssen des Neckar sieht, die auf diese Weise Gebiet von der weniger rasch erodierenden Donau eroberten, ihr Tal anzapften oder, wie das die Geographen nennen, die Donau enthauptet haben. *Neumayr* sagt hierüber: es bestehe ein allgemeines Bestreben, die Flüsse allmählich auf den tiefsten Linien zu vereinigen. In unserer Sprache heißt das, durch die Selektionstätigkeit der Erosion wird deren Ausgleich angestrebt.

Auf diese Weise wird in allen Ländern und Gebirgen das Relief geprägt als Ergebnis eines Wettbewerbes der Flüsse, der in jedem Berg, in jedem Gratturm (Abb. 80) und Grat nur die Restfälle übrig läßt. Das ist die Erklärung, warum jedes Gebirge seine Haupt- und Nebenzüge besitzt (Abb. 5), warum es in einer Gruppe, diese wieder in einem Hauptgipfel kulminiert, warum das Ganze eine konkurrierende Gesellschaft von Tälern und Bergen darstellt, die sich ständig umbildet bis zu ihrem endgültigen Ausgleich. *Und das ist zugleich ein Symbol für alle komplexen Systeme* (vgl. Abb. 6), *an denen Kräfte angreifen. Überall entwickelt sich aus den Differenzen automatisch ein Wettbewerb, der die dauerhaftesten Singulationen herausfordert.* Das aber ist es, was zu beweisen war.

An jedem Tag voll Frühlingswolken erblickt man dieses Gesetz hingeschrieben in den flüchtigen Zug der Wolkengestalten, die stets das Resultat einer großartigen Selektion sind. In Bd. I S. 88 findet man diesen Wettbewerb um die Form der Wolken (Abb. 82) bereits geschildert, der nicht ruht, bis nicht Harmonie in der Atmosphäre hergestellt ist. Es ist mir stets einer der größten Naturgenüsse gewesen, von Bergeshöhe dem geheimnisvollen Schauspiel des Wolkenwerdens und -vergehens zuzusehen, diesem steten Kampf von Ausscheidung und Aufsaugung, von Wind und Sonne, dem Ringen um die Form der Wolke, die so wunderbar plastisch die leiseste Einwirkung verrät. Und als Lohn dieser Andacht ging mir in der wimmelnden Gestaltenfülle dieser stumm sich drängenden Geisterheere eines Tags das *Geheimnis aller Formgestaltung* auf *als des Ausgleichs der miteinander ringenden Kräfte und damit die Idee der Weltselektion*, wie sie hier niedergelegt ist.

Diese Weltselektion, aus der die Form jeder Materie und jedes Seins hervorgeht, von den im Nebelschleier der Erkenntnisgrenzen tanzenden Elektronen und Quanten, von Kristall und Gebirge bis zur weißschimmernden

Wolke und dem bunten, lebensbewegten Heer von Tier und Pflanze, ja bis zu den Werken der Menschenhand und den Gestaltungen, die Menschengeist ersinnen kann, hat aber im Grunde genommen nichts zu tun mit dem Begriff Selektion, wie ihn der *Darwinismus* der sechziger Jahre faßte und volkstümlich machte als ein plump mechanisches Geschehen, das die Entstehung von Sinn und Geist aus dem Sinnlosen jedem Strohkopf faßlich macht. Der Selektionsgedanke, wie er namentlich von *Ch. Darwin* unter dem Einfluß der *Malthus*'schen Ideen gleichzeitig von *R. Wallace,* dann als „struggle for life" besonders scharf von dem englischen Zoologen *Th. Huxley* formuliert und durch *E. Häckel* verbreitet und verbreitert wurde, enthält Richtiges und Übertriebenes, Wahrheit und Irrtum in so innigem Gemisch, daß es nur bei weitausholender Analyse möglich ist, die Stellung der objektiven Philosophie zur *Darwin*'schen Selektionstheorie zu präzisieren.

Die vordarwinischen Grundlagen dieses Gedankens gehen zunächst auf den englischen Theologen und Geschichtsforscher *Thomas Robert Malthus* (1766—1834), im besonderen auf sein Hauptwerk: „Essay on the principles of the population" zurück, das in London im Jahre 1798*) erschien. Dort formulierte er das an seinen Namen geknüpfte und in seinen Grundzügen noch immer allgemein anerkannte Gesetz, das besagt: die Bevölkerung habe die Tendenz, sich rascher zu vermehren als die Menge der gewinnbaren Nahrungsmittel. Dadurch setze eine Zurückdrängung der Bevölkerung durch Moral, aber auch Laster und Elend ein. Dem natürlichen Vermehrungstrieb des Menschengeschlechts stünden als „checks", als Hemmnisse sowohl Wirkungen der Natur, wie die bei Übervölkerung sich besonders steigernden Krankheiten, als auch menschliche Handlungen zur Herstellung des Gleichgewichts, wie Auswanderung oder Kriege gegenüber. In der Kritik an dieser Anschauung[84]) tat sich besonders der deutsche positivistische Philosoph *Eugen Dühring* hervor, der einwandte, daß ja mit Zunahme der Bevölkerung auch die „Bevölkerungskapazität" größer werde und mit ihr der Spielraum der Ernährung wachse. *H. Spencer* dagegen betonte, daß bei allen Völkern mit wachsender geistiger Tätigkeit die Fruchtbarkeit abnehme. Schließlich blieb aus der Diskussion ein gemäßigter *Neomalthusianismus* übrig *(J. St. Mill, Mantegazza, Kautsky),* dessen sich sowohl die sozialistische wie die imperialistische Doktrin mit Eifer bediente, die eine, um daraus die Notwendigkeit der „Verelendung der Massen" abzuleiten, die andere, um aus der Übervölkerung des Landesbodens die Notwendigkeit von Landzuwachs, sei es durch das Schwert, sei es durch Kolonisation erfolgern zu können.

Tatsächlich kann auch die objektive Philosophie nicht leugnen, daß jedes Volk, jedes lebende Wesen in seiner Fortpflanzung vorzugsweise durch die Umwelteinflüsse beschränkt wird, die freilich auch wieder auf seine Physio-

---

*) Deutsch in zweiter Auflage zu Berlin 1900.



Abb. 79. Der Wettbewerb der Blüten um die Befruchtung
Blütenfeld des Steinbrechs (Saxifraga) im Hochgebirge Originalaufnahme



Abb. 80. Ein Erosionsturm im Hochgebirge

Der Winklerturm in der Rosengartengruppe wurde durch sein härteres Gestein von der Erosion ausgelesen. Originalaufnahme



Abb. 81. Die Ausmerzung der nicht mehr optimalen Bäume im Urwald
Motiv aus dem Tegernseer Urwald in Bayern. Originalaufnahme



Abb. 82. Die Selektion der Wolken. Föhnwolken mit heranziehendem Gewitter auf dem Vierwaldstätter See. Originalaufnahme von Dr. M. W. Meyer

logie zurückwirken. Im allgemeinen bewegt sie sich in progressiver Richtung, während an sich der Nahrungsbestand durch keine Notwendigkeit gezwungen wird, zuzunehmen oder abzunehmen, jedenfalls in seinem Quantum sich nicht parallel mit den auf ihn angewiesenen Organismen verhält. Unter Umständen wird er rascher anwachsen, wie z. B. die Raupen in einem Raupenjahr zunächst einmal schneller zunehmen als die auf sie angewiesenen Singvögel; ebenso oft wird es sich aber ereignen, daß das Nahrungsquantum rapid sinkende Tendenz zu einer Zeit hat, in der die Fortpflanzungstätigkeit überaus rege ist. Man denke an Heuschreckenschwärme, die den Vögeln mühelos Futter verschafften, sie zu nochmaligem Brüten veranlaßten und dann eine verdreifachte oder verdoppelte Vogelbevölkerung vor einen Notstand stellen, wenn die alten Schwärme vertilgt sind und neue nicht mehr nachkommen. Unser Selektionsgesetz, das in jeder Vielheit, auf die eine Kraft wirkt, tätig ist, muß dann die Zahl der Vögel in der Richtung eines harmonischen Ausgleiches zur Nahrungsmenge drängen, wenn die Vögel nicht andere Anpassungswege durch ihren Intellekt einschlagen. Nicht anders mit der Pflanzenwelt. Sie, die durch Ausläufer, Sporen und Früchte im allgemeinen die Tierwelt an Fruchtbarkeit um ein Bedeutendes überbietet, würde dem gegenseitigen Wettbewerb um den Boden in einem ungemein scharfen Maß ausgesetzt sein, wenn gerade sie nicht mit einer unerschöpflichen biotechnischen Erfindungskraft ihre Sporen und Früchte mit „Verbreitungseinrichtungen“ der verschiedensten Art ausrüsten würde. Wem sind sie nicht bekannt, diese wunderbaren Schleuderfäden, mit denen Schleimpilze und Lebermoose ihre Sporen weit auswerfen (vgl. Bd. I Abb. 92), die „*Vogelfrüchte*“, strotzend, voll saftigen Fleischs (Abb. 84), angetan mit grellen Farben, gefüllt mit Zucker und aromatischen Stoffen, damit die Vögel sich gnädig herbeilassen, solche Früchte, nachdem sie ihren Tribut verzehrt haben, zu verschleppen, eine Einrichtung, die wir als Usurpator stören, wenn wir die Sperlinge von unseren Kirschen und anderem Obst verjagen.

Wer von den Naturfreunden kennt nicht die merkwürdigen Flügel der Ahorne, die Luftschiffeinrichtungen der Ringelblumen und ihrer Verwandten, die Kletten, die Schwimmeinrichtungen, kurz das ganze biotechnische Museum pflanzlicher Verbreitungseinrichtungen, alle dazu bestimmt, der Selektion den Boden zu entziehen! Und in diesem Lichte erwacht auch ein ganz neues Verständnis für die *Brutpflegeinstinkte* und die *Mutterliebe* im Tierreich. Der Mistkäfer *Copris*, der auf unserer Abbildung 21 um sein Ei eine so gewaltige Nahrungspille aus Mist angefertigt hat, die Ameisen und Bienen, die mit Hingebung ihre Brut schützen und füttern, die kleinen Sandwespen, die sich zu Tode arbeiten, um ihre Nachkommenschaft den verderblichen Wirkungen des nackten Kampfes ums Dasein zu entziehen, die nestbrütenden Vögel, die junge Menschenmutter, die lieber selbst darbt und ihr Leben ungescheut aufs Spiel setzt ihrem „Kleinen“ zuliebe, das alles

sind nicht Gegenargumente gegen das *Malthus*'sche Gesetz, sondern Mittel des Organismus, um die Selektion, die sich sonst schärfer bemerkbar machen würde, aufzuheben, weil sie eben tatsächlich fühlbar ist.

Etwas ganz Wichtiges ist damit festgestellt. Wie ein Schreckgespenst schwebt die Selektion unaufhörlich über allem Lebendigen. Da aber die Lust zum Leben nach Ewigkeit verlangt, so ist im Leben selbst der Notstand und damit die Verschiedenheit begründet, in die die Selektion eingreifen kann. Aber diese Ausmerzungsdrohung erklärt nicht das Vorhandensein des Teleologischen, dessen wahrer Zweck sich nun plötzlich als „antiselektive Wirkung" entpuppt und tatsächlich auch eine gewisse Milderung der Ausmerzung der nicht optimalen Fälle erreicht. Diese wird um so wirksamer sein, je höhere Stufen diese Intelligenz erreicht. Im Bereich des Menschen erhält sich dadurch eine Übervölkerung, die im XIX. Jahrhundert in Europa besonders bedrohlich angewachsen ist und dann wirklich jene Notstände und Krisen heraufbeschworen hat, die *Malthus* als mechanische Folge der Volksvermehrung ausgibt. An der Übervölkerung gewisser europäischer Länder, im besonderen von England, Belgien, Deutschland und Italien läßt sich ebensowenig zweifeln wie daran, daß Rußland, Ungarn, Spanien, Frankreich und mit Ausnahme gewisser nordamerikanischer und chinesisch-japanischer Distrikte die ganze Erde ohne Krisen und Kriege noch eine weit zahlreichere Menschheit als die 1650 Millionen ernähren könnte, auf die man sie heute schätzt. Wichtiger als Maßnahmen gegen Übervölkerung (neomalthusianische Propaganda) wären daher, vom Standpunkt der ganzen Menschheit gesehen, Verbreitungseinrichtungen, also der Weg, den die Pflanze eingeschlagen hat. Eine größere Überbevölkerung, wie sie ein Blütenfeld, etwa eine der in Abbildung 79 dargestellten Steinbrech-Matten der Alpen oder der polaren Region darstellt, kann man sich wohl kaum vorstellen, und dennoch vollzieht sich deren Vervielfältigung bei der Fruchtung ganz ohne nennenswerte Krise infolge der nahezu vollkommenen Verbreitungseinrichtungen. In diesem Sinn ist innerpolitisch die *Siedelungsbewegung*, außenpolitisch die *Kolonisation* ein durchaus organischer Gedanke, und von allem Unglück, das Deutschland betroffen hat, wird auf die Dauer das verhängnisvollste der Verlust seiner Kolonien sein. England wäre ohne die weitsichtige Politik seines Kolonienerwerbes schon längst an inneren Krisen zugrunde gegangen. Jedenfalls aber ist Europa im ganzen überbevölkert, und alle seine Leiden, Unruhen und Kriege, die soziale Spannung und Teuerung, die Revolutionen, sein Industrialismus, Materialismus, die stete „Entwicklung" und Zersetzung aller seiner Verhältnisse, die Demoralisation, die gesamten unleugbaren Verfallserscheinungen haben darin ihre innerste Quelle. Die Tatsache, daß es durch die schreckensvollen Ereignisse der letzten zehn Jahre um reichlich vierzig Millionen (den Geburtenrückgang mitgerechnet) Menschen weniger zählt, als es ohne sie gehabt hätte, sichern zwar unserer Generation noch auf ein Menschenalter

die Erhaltung der Zustände, wie sie zu Beginn des Jahrhunderts bestanden haben; ist aber dieser Verlust ausgeglichen, dann müssen, diktiert von den Weltgesetzen, entweder neue Krisen eintreten, oder der Zustand der Großstädte, wo die Geburtsziffer unaufhaltsam sinkt, wird allgemein. So stellt sich die Denkungsart der objektiven Philosophie zu den Problemen des Malthusianismus.

Wenn *Darwin* diese Erfahrungen auf die Welt der Organismen verallgemeinern wollte, beging er daher einen Fehler, indem sie teilweise weit bessere Mittel hat, um die Folgen der Übervölkerung auszugleichen, als der Mensch sie anwendet. Es wurde daher Ungleiches verglichen, und das mußte zu Irrtümern führen. Der Hauptirrtum war, daß man aus der großen Fruchtbarkeit der Tier- und Pflanzenwelt auf eine besonders scharfe Selektion schloß, sich die Welt des Lebens als einen steten Kampfplatz von Gladiatoren vorstellte, wie es in einer sehr bekannt gewordenen Redewendung *Huxleys* hieß, und ihr zutraute, daß sie einfach alle Eigenschaften der Organismen heranzüchtete. An die Stelle der Ausmerzungs- und Auslesevorstellung trat dadurch der einer Naturzüchtung und „natürlichen Zuchtwahl", einer „schöpferischen Selektion". Dazu geben aber die Weltgesetze keinen Anhaltspunkt.

Der ganze Kampf gegen den Selektionsgedanken, an dem sich die Generation von 1890—1910 beteiligte, und der sich zu den Fronten der deutschen Zoologen *Weismann-Plate* und *Hertwig-Pauly*[85]) entwickelte, galt diesem Problem. Gekämpft wurde nicht um die Anerkennung der ausmerzenden Wirkung der Selektion, sondern um die Idee der Teleologie. Aber in der Hitze des Kampfes verschoben sich wie in jedem Kampf die ursprünglichen Ziele, und schließlich war die Sachlage darauf zugespitzt, daß *Weismann* die Allmacht der Naturzüchtung behauptete, *Plate* die schöpferische Fähigkeit der Selektion und *Pauly* die absolute Ohnmacht und Unfähigkeit jeder Art von Selektion. Man war von allen Seiten über das Ziel hinausgeschossen, und wenn die Selektionstheorie in dem letzten Jahrzehnt sichtlich an Anhängern verloren hat, so steht zu befürchten, daß man mit ihrer Ablehnung das Kind mit dem Bade ausgießt.

An der längeren Dauer der dem Optimum ihrer Art näherkommenden Lebewesen — so definiert die objektive Denkungsart das Selektionsgesetz in der Biologie — kann nicht gezweifelt werden. Und zwar aus folgenden Gründen: Grundbedingung einer siebenden Wirkung ist Ungleichheit der Eigenschaften. In homogenen Systemen stellt sich keine Selektion ein. Nun ist doch die lebende Materie auf jeder ihrer Integrationsstufen ein komplexes System. Ob man nun die kleinsten belebten Einheiten, Waben und Fäden oder die Zellorganula oder die Zellen selbst betrachtet, überall walten Differenzen, welche verschiedene Grade von Vollkommenheit und damit Dauer bedingen. Das erweist sich schon an den in der Betrachtung des Funktionsgesetzes kennengelernten Tatsachen der *funktionellen An-*

14*

passung, welche (vgl. Seite 48) von dem Hallenser Anatomen *W. Roux* mit Scharfsinn bereits als interplasmatisch erkannt wurde.[86]) Was er nun mit dem Ausdruck „züchtender Kampf der Teile“ belegt, und was *Weismann* als *Germinalselektion* bezeichnet, ist die Erfahrung, daß die einzelnen Teile des Zellsystems ungleich funktionieren und dementsprechend einige von ihnen, eben jene, die nicht dem Funktionsgesetz in allem entsprechen, vorzeitig degenerieren. Übrig bleiben die Optimalen. Das hat *v. Hansemann* an den Zellen des tierischen Eierstockes, *K. Thesing* an den Samenfäden in der Hodendrüse unmittelbar beobachten können. Erklärt ist damit die Ursache der Ungleichheit nicht, — sie liegt im Vitalen — wohl aber sind ihre Konsequenzen offenbar. Sie sind gleichsam die Strafe der Weltgesetze für Untüchtigkeit. Daher erfolgt in allen nicht funktionierenden Teilen eine Rückentwicklung. Die Existenz der rudimentären Organe (vgl. diese), das Erblinden der in den Bergwerken verwendeten Pferde sind dafür ebenso zwingende Belege, wie die jedem Sportliebhaber bekannte Ertüchtigung des Körpers durch Training ein Beweis der Wirkung der Funktion ist. Und was intrazellulär, gilt auch für die Gewebe und die Individuen selbst. *Die Ungleichartigkeit der Leistungen bedingt die verschiedene Dauer.* Die Ausdrücke Kampf ums Dasein, Wettbewerb um die Nahrung, Raum, Licht, Luft und Wärme, das sind alles nur Umschreibungen einer weit einfacheren Gesetzmäßigkeit. Hätte man sich auf diese Formel beschränkt, wäre man niemals auf den Gedanken geraten, daß die Selektion ein aktives, entwickelndes Prinzip, daß sie eine „Kraft“ sei und Fähigkeiten habe, daß sie die Organismen vollkommener mache, und was an derlei irrtümlichen Behauptungen aus dem reichen Schrifttum der Selektionstheorie noch mehr existiert.

Wo wirklich ein aktiver Kampf der Organismen gegeneinander stattfindet, hat das an sich mit dem Selektionsgesetz nichts zu tun. So wenn ein Löwe oder Storch, die beide streng auf die unbeschränkte Herrschaft in ihrem Jagdgebiet halten, einen Rivalen, der eingedrungen ist, überfällt und nun ein Kampf auf Leben und Tod beginnt. Oder wenn die Knöllchenpilze eine Wurzel befallen und es ihnen gelingt, auf ihr Fuß zu fassen und die Pflanze dann die Pilze verdaut (vgl. Abb. 26 in Bd. II). Oder wenn die mächtigen, alten Bäume im Walde den in ihrem Schatten stehenden lichtgedrückten Nachwuchs nicht aufkommen lassen, bis nicht der Sturm einen der Waldesalten fällt, worauf der Kümmerling die Erbschaft im Lichtraum antritt und nun das durch rasches Wachstum nachholt, was er jahrelang versäumte.

Das sind nicht gesetzmäßig wiederkehrende, sondern gelegentlich vorkommende Handlungen, und es gibt außer den gleich zu erwähnenden Geschlechtskämpfen keine regelmäßige Konkurrenz unter den Tieren und den Pflanzen. Darin hat sowohl *Pauly* recht, wie einer der scharfsinnigsten Kritiker des Auslegegedankens, der russische Zoologe Fürst *Peter Kropotkin*, der mit vielem Glück an einem reichen Beobachtungsmaterial bewiesen hat, daß dem unfreiwilligen Wettbewerb eine absichtliche *„gegenseitige*



Abb. 83. Wettbewerb der Blattformen um die Belichtung durch Anpassung der Blattform und Mosaikbildung an einem Bachrand. Originalaufnahme



Abb. 84. Der Wettbewerb der Samen
Vergrößerter Längsschnitt durch die Frucht des Ackerkümmels (Nigella). Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München

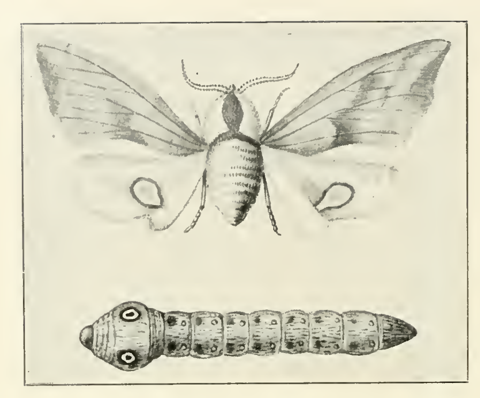


Abb. 85. Smerinthus ocellata in Schreckstellung. Unten Raupe des Weinschwärmers (Chaerocampa Elpenor) in Schreckstellung. Nach Weismann



Abb. 86. Mimikry der italienischen Soldaten im italienisch-österreichischen Kriege 1915/1918

Versuch, sich im Gewirr der Baumschatten durch ein Zebra- oder Tigermotiv unkenntlich zu machen. Ein Beispiel für mimetische Biotechnik.

Hilfe“ wenigstens im Tierreich gegenübersteht. Er zeigte, daß kranke Tiere von anderen gepflegt, blinde dauernd gefüttert werden, daß überall im Tierreich jeder Funken von Intelligenz dazu benützt wird, die natürliche Ungleichheit zu vermindern und dadurch der Ausmerzung der weniger Tüchtigen so entgegenzuarbeiten, wie das auch der primitive Mensch mit Geschlechtergilden, Sippen, Blutsfreundschaft, der mittelalterliche durch Werke der Barmherzigkeit, durch Zünfte und Gilden, der moderne durch Staatsgefühl und sozialen Gemeinsinn übt. Der Kampf ist auch unter den Pflanzen, auf die sich *Kropotkins* Werk nicht erstreckt, die Ausnahme; *die Anpassung, Vereinigung, die gegenseitige Hilfe ist die Regel.* Nicht nur untrennbare Gemeinschaften entstehen dadurch gleich den Flechten (vgl. die Bilder in Bd. I Abb. 93—94) und anderen Symbionten, sondern die einen unterstützen auch ganz in freier Existenz die anderen, von denen sie neben manchem Übel auch wieder Vorteile empfangen. Ein derartiges Verhältnis besteht z. B. zwischen den Bäumen und den Moosen. Die Bäume rauben durch ihr Laub den Moosen zwar das Licht, daran passen sich jene an und lernen es ertragen. Aber sie empfangen von den Bäumen auch den ihnen köstlichen Schutz vor der prallen Sonne und sind dadurch vor dem Vertrocknen geschützt; sie gewähren wieder den Bäumen einen Wasservorrat in ihrem Rasen, ohne den kein Wald auf die Dauer bestehen kann. Moose und Bäume kämpfen also nicht gegeneinander, sondern unterstützen sich.

Wo irgendwelche Pflanzen in dichtem Verein durcheinanderstehen, wird man wieder die Situation verwirklicht finden, die auf Bild 83 dargestellt ist. Die Blätter unterdrücken sich nicht gegenseitig, sondern bilden „Mosaike“, nicht nur interindividuell, sondern auch Art gegen Art. Das Verhältnis an einer solchen Hecke oder an einem Bachesrand liegt nun nicht etwa derart, daß zwischen den großen plumpen Blättern der Ampferarten oder Pestwurzen das feine Laubwerk der Milzkräuter oder das noch feinere der Geranien und Hundspetersilien zuerst alle möglichen anderen Formen versucht, bis nach und nach alles ausgemerzt wird, was nicht Licht genug erhält, — ganz im Gegenteil: die Pflanzen weichen solchen Kämpfen um den Lichtraum aus, indem sie entweder als Spreizenklimmer, wie es eben die Geranien oder die Mieren sind, sich aus dem Gewirr sie verdunkelnder Blätter herausheben oder durch Ranken zum Lichte klettern nach Art der Walderbsen oder mit besonderer Vorliebe ihre Blattstiele von Fall zu Fall optimoklin so verlängern, daß jedes Blatt doch zu seinem Recht kommt oder, wie es der Efeu liebt, nach Bedarf die Blattgestalt aktiv ändern. Oben im Licht hat er zugespitzt eiförmige Blätter, unten im Schatten treibt er die bekannten dreilappigen. Man untersuche nur das Bild 83 oder noch besser einmal einen Waldrand daraufhin, wie die Einzelpflanzen durch verschiedenen Wuchs die Ungunst der Lichtverhältnisse auszugleichen verstehen. Nicht Kampf, sondern Anpassung mit ihren Helferinnen: Tropismen, besondere Organe, teleologische Handlungen dominieren, und Kampf ist erst

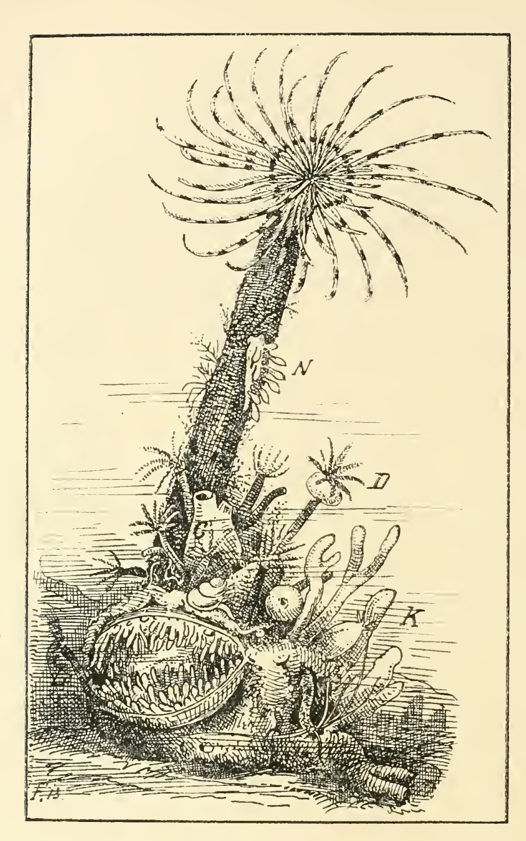


Abb. 87. Ein stark bewachsenes Exemplar von Spirographis Spallanzani von einem der Triestiner Hafenmoli (Verkleinert)
N = eine kleine Nachtschnecke. D = ein Röhrenwurm *Dasychone*. K = Kalkschwämme. C = ein Manteltier *(Cione)*. Z = eine nestbauende Muschel *(Lima)* in ihrem Nest. Nach Steuer.

das Letzte, wenn alles andere versagt hat.

Und was oben im Licht, das geschieht auch unten in der Wassertiefe. Überall sieht man die Bildung von Gemeinschaften, um sich den „Daseinskampf" zu erleichtern. Stunden eines unbeschreiblichen Vergnügens habe ich damit verbracht, Lebensgenossenschaften nach Art der auf Abbildung 87 dargestellten, in südlichen Meeren zu studieren, und immer wieder habe ich mich überzeugt, daß auch hier Intelligenz auf allen Stufen der Individuation danach strebt, dem auszuweichen, was nach der *Darwin*'schen Lehre das Gesetz wäre, das sie geschaffen hat. Ein solch großer *Spirographiswurm* mit seiner stattlichen, hohen Röhre, aus der er seinen bunten Kranz heraussteckt, ist ein kleines Wirbelzentrum in den stillen Ecken der adriatischen Häfen, von dem eine bunte Gesellschaft von Lebensgenossen profitiert. Es ist nicht etwa so, daß das ganze Hafenwasser belebt war ursprünglich von Polypen, Würmern, Schnecken, Manteltieren und Muscheln, und daß nur jene, die im Schutze eines großen Röhrenwurmes standen, übrig blieben, sondern alle die Kleinen sind als Larven tapfer umhergeschwommen und haben sich den

Lebensplatz ausgesucht, nicht etwa als *Huxley*'sche Gladiatoren der Natur, um gegeneinander zu kämpfen, sondern in hübscher Anpassung an die Lebensgewohnheiten des anderen, jeder auf der Spähe nach Abfällen und noch nicht ausgenützten Vorteilen, in deren Genuß er sich setzen, und auf die er sein Dasein aufbauen kann. Was der große Wurm übrig läßt, darin teilen sich die Kleinen (D), die seine Stielröhre besiedeln. Es fällt noch genug für sie ab, und sie profitieren mehr von seinen großen und kräftigen Wirbeln als den eigenen schwachen, die sie anstellen könnten. Was von ihnen verschmäht wird, genügt immer noch für die Mündchen der Kalkschwämme (K), die deswegen gern an solchen Orten siedeln. Die winzigen Polypen und Moostierchen sind auch noch für Brosamen dankbar, und auch die große *Limamuschel* (L) hat ihr Nest nicht deshalb aufgeschlagen, um die anderen zu ruinieren, sondern handelt wie ein kleiner Krämer, der die Messe besucht, weil schließlich, wo viel Leben ist, es auch für ihn mehr Verdienst gibt. Nur die Nacktschnecke (N) ist ein Räuber in diesem Idyll, da neben der gegenseitigen Hilfe und Eintracht es natürlich auch nicht an Krieg und Zwietracht fehlt. Man darf eben nicht in das andere Extrem verfallen und glauben, es gebe auch gar keine Ausmerzung. Wohl vereinigen sich Krabben und Anemonen sowie Schwämme zu Lebensgemeinschaften aufs friedlichste, aber die Krabben selbst beißen einander und raufen wie die Bauernjungen. Es gibt weder Symbiose noch Kampf allein; das Leben benützt alle beide.

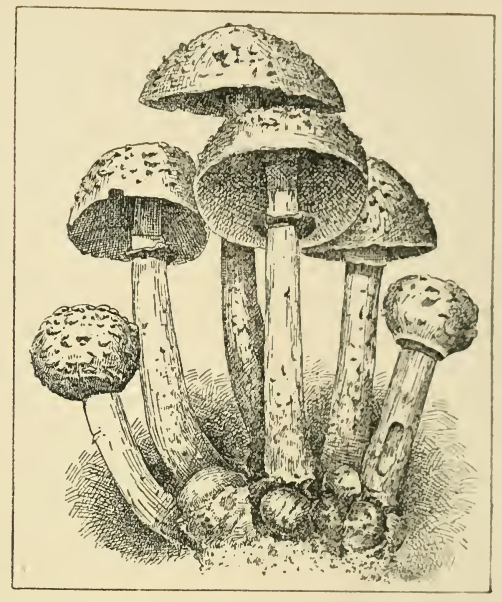


Abb. 88. Der Wettbewerb der Pilzhüte des Parasolschwammes. Originalzeichnung

Ein besonders beliebtes Mittel der Organismen, der Selektion entgegenzuwirken, ist die Auswanderung. Die Pilzhüte, die aus dem Mycel einer Spore entstehen (Abb. 88) stehen nur scheinbar miteinander in Wettbewerb.

Gewiß, sie machen einander den Platz streitig. Aber es ist ganz gleichgültig, welcher von ihnen zuerst „reift". Es hat keiner und auch die Art hat keinen Vorteil davon, daß einer zuerst seinen Lebensgang früher vollende. Im Gegenteil, das Nacheinanderfertigwerden bedeutet den Nutzen. Denn jeder streut, wenn er ausgewachsen ist, seine vielen tausend Sporen in die Lüfte. Sie wandern aus, erfüllen einen ganzen Horizont mit ihrem Leben und weichen dadurch dem Wettbewerb und der Selektion nach Tunlichkeit aus. Diese Auswanderung zur Sabotierung der Auslese ist den Biologen schon frühzeitig in die Augen gefallen, denn bereits einer der ersten Darwinisten, *M. Wagner,* gründete seine *Migrationstheorie* darauf. Trotzdem bleibt — und es ist notwendig, das immer wieder zu betonen — ein Rest von Wettbewerb, eben der, den das Teleologische, die Intelligenz im Lebensreich nicht zu beseitigen vermochte, übrig, und der wirkt als Sieb. *Aktiv ist die gegenseitige Hilfe, die Anpassung, die Auswanderung, passiv ist die Selektion.* Die Ungleichartigkeit bedingt verschiedene Dauer, und übrig bleiben diejenigen, die am meisten den Linien der Weltgesetze folgen. Dem sind auch wir unterworfen. Über das ist nun einmal nicht hinwegzukommen. Nur ist diese von den Phantasien gereinigte Selektion kein schöpferisches Prinzip, sondern nicht mehr und weniger als die große Walze, die unnachsichtlich die Welt so lange zerbricht, bis sie haltbar ist. Und es ist kennzeichnend für die ganze Artung des Menschengeschlechtes, daß man diese einfache und selbstverständliche Sachlage beileibe nicht aus logischem Zwang eingesehen hat, sondern erst Schritt für Schritt unter steten Zweifeln und Kämpfen, unter dem Druck eines mit unsäglicher Mühe erarbeiteten Beweismaterials.

Besonders an eine Vorstellung klammerten sich die Verteidiger der „schöpferischen Selektion". Das ist die *Mimikryerscheinung* (Abb. 85, 86, 89, vgl. auch Abb. 43). Jahrzehnte hindurch war sie das Paradebeispiel des mechanistischen Darwinismus. Ich kann ihre Kenntnis voraussetzen, umsomehr als ich sie auf Seite 105 schon behandelt und dort als Konvergenzerscheinung gedeutet habe, eine Auffassung, zu der sich übrigens auch *P. Kammerer* in seiner „Allgemeinen Biologie" bekennt. Es ist zunächst ganz unleugbar, daß der Mimetismus in jedem Fall „lebensverlängernd" wirkt, wenn auch oft in jenem ganz merkwürdigen Sinn, den zuerst der Münchener Philosoph *Erich Becher* aus der belebten Natur herausgefunden und als Anzeichen einer über die individuellen Seelenfähigkeiten hinausgehenden Anpassung gedeutet hat. Tatsächlich sind nicht nur die von ihm als Beispiel gewählten *Gallen*, sondern auch viele von den durch *„Schreck- oder Warnfarben"* geschützten Insekten in der Lage, sich für die Interessen von anderen Individuen allerdings der gleichen Art aufzuopfern. *Wanzen* sind im allgemeinen durch solche feurige, metallisch schimmernde oder gelbrote Farben ausgezeichnet, dazu durch schlechten Geschmack und stinkende Säfte, und man kann oft genug sehen, wie ein junger Vogel gierig nach

ihnen schnappt, den fetten Bissen aber sofort unter allen Zeichen des Ekels ausspuckt. Die Warnfarbe hat dem Individuum gar nichts genützt, denn es ist doch zerhackt worden, wohl aber nützt sie allen anderen, ähnlichen Wanzen: das Todesopfer ist eine Art heroischer Tat für das Volk gewesen, die Anpassungsursachen reichen also über das individuelle Leben hinaus. In anderen Fällen, so bei der bekannten Trutzstellung des Abendpfauenauges (*Smerinthus ocellatus*, Abb. 85) oder auch der Raupe des Weinschwärmers (*Chaerocampa Elpenor)* [Abbildung 85], die *Weismann* so besonders hervorhebt, kann man sich wirklich unmittelbar überzeugen, wie sich z. B. Hühner abschrecken lassen.

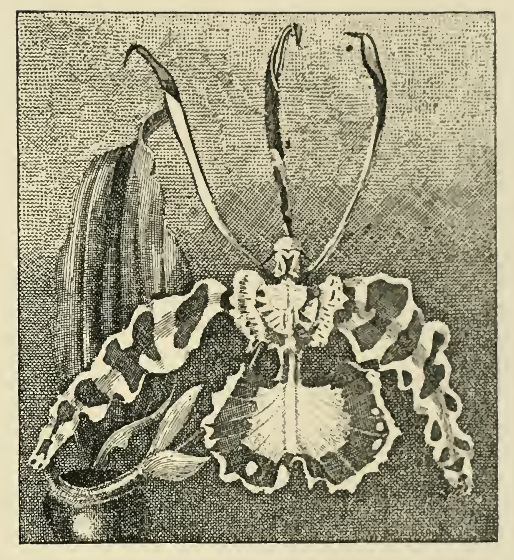


Abb. 89. Blüte der Orchideengattung Oncidium Papilio, ein Beispiel von konvergenter Gestaltung des tierischen und pflanzlichen Organismus. Originalzeichnung

Aber das ist ja keine Mimikry; das sind teleologische Vorgänge, Instinkt- oder Intellekthandlungen, deren Absicht es ist, die Selektion auszuschalten, ihr zu entgehen. Genau so, wie wenn die Soldaten der italienischen Armee im verflossenen Kriege sich, wie auf Abbildung 86 dargestellt ist, gelbgrün vermummten, um auf Bäumen unsichtbar zu bleiben. Und ob die berühmte Insektennachahmung der Orchideen (Abb. 89) Mimikry sein soll und mit dem Innenleben der Pflanzen zusammenhängt, kann heute niemand sagen. Tatsache ist nur, daß alle derartigen Blüten von den Insekten nicht zur Befruchtung gewählt werden, also gerade durch sie nicht fortgepflanzt werden können, wie es die Selektionslehre verlangt. Schöpferisch wirkt Selektion in keinem Fall dieser Mimetismen, weil diese alle schon da sein müssen, bevor die bestgelungenen übrig bleiben können. Immer ist sie nur imstande, das zu entfernen, was als Störenfried der Optimoklise entgegenstand.

Was das Gleichgewicht stört, wird durch die Selektion eliminiert — sie findet demnach gar keine Handhabe, um die Mimikryerscheinungen hervor-

zubringen. Im Gegenteil, die besten und übertriebenen Fälle, also auch die mimetischen Orchideen, müssen durch sie entfernt werden, haben also schon deshalb zweifellos eine andere Entstehungsursache. Immer ist das Verhältnis, soweit man die Natur beobachten kann, so, *daß durch die Selektion ein gewisses Gleichgewicht erzeugt wird, indem das Selektionsgesetz jedem zu leben gestattet, der nicht gegen die Harmonie verstößt.* Wie auch der deutsche Zoologe *Richard Hesse*, der an die Darwin'sche Theorie glaubt, sehr richtig sagt: wir bemerken von Kampf ums Dasein wenig, wir folgern ihn nur theoretisch. Die Störenfriede der Harmonie werden durch Regulationen in der Lebensgemeinschaft ausgemerzt. Ein allgemein bekanntes und hübsches Beispiel ist das übermäßige Auftreten von Mäusen nach einem milden Winter und trockenem Lenz. Diese Abweichung vom meteorologischen Gleichgewicht pendelt bekanntlich durch Ausschläge nach der anderen Seite so gründlich aus, daß im 100jährigen Durchschnitt das Klima konstant erscheint. Die Folgeerscheinung aber, nämlich die Mäuseplage bringt sofort günstige Ernährung und damit Vermehrung der Mäusefeinde, der Mäusetyphusbazillen, der Bussarde, Eulen usw. im Gefolge und damit die Ausmerzung der Mäuse, bis wieder das Gleichgewicht hergestellt ist. Freilich folgt danach auch wieder die Aussiebung der Mäusebussarde.

Ein berühmt gewordenes Beispiel für die Zusammenhänge, unter denen sich die Selektion abspielt, ist die Tatsache, daß in der Nähe der Dörfer der Klee besser gedeiht als fern von ihnen. Das hängt in folgender Weise zusammen. Die Katzen leben in den Dörfern; es gibt dort keine Wildkatzen. Die Katzen jagen die Feldmäuse, diese wieder rauben in den Erdnestern der Hummeln Honig und Larven. Die Hummeln dagegen suchen die roten Kleeköpfchen ob ihres Honigreichtums mit Vorliebe auf. Also je weniger Mäuse, desto mehr Hummeln, je mehr Katzen, desto weniger Mäuse. So schloß *Darwin*, der auf diesen klassischen Fall von Selektion aufmerksam machte, und vergaß dabei, daß sich darin nicht so sehr ein mechanisches Gleichgewichtsgesetz ausspricht, als vielmehr ein klassischer Fall von Selektionssabotage durch die Willenshandlungen der Tiere.

Die Hummeln selektieren die roten Kleeköpfchen nicht, sondern suchten sie, wenn keine in der Nähe der Dörfer wären, auch in den fernen Gemarkungen auf; desgleichen werden die Feldmäuse in kornreichen Jahren die immerhin gefährlichen Hummelnester weniger behelligen. Es spricht also nicht eine starre mathematische Gesetzmäßigkeit aus diesen Vorgängen, sondern biologische Anpassung, eine Biotechnik, nämlich eine künstliche Auslese durch den Willen der Organismen, die mit dem Selektionsgesetz an sich nichts zu tun hat. Dieses würde sich vielmehr darin äußern, daß in einem schlechten Kleejahr die Katzen weniger Junge kriegen und dadurch selektiert werden. Das ist ein Moment, das die Literatur zur Selektionsfrage noch gar nicht aus dem Gesamtkomplex der Fragen herausgeschält

und genügend beachtet hat. *Der Wille, soweit er sich in der Natur äußert, nimmt auf eigene Faust Auslesen vor und kompliziert und stört so autoteleologisch das selektive Weltgeschehen.* Indem der Wille stets auf ein Objekt gerichtet erscheint, ist er ja bereits dem innersten Wesen seiner Funktion nach selektorisch. Hinter *Schopenhauers* Annahme eines allgemeinen Willens in der Natur, steckt — aus seinem Beweismaterial ist es wohl ersichtlich — die Ahnung des Weltselektionsgesetzes, dessen Wirkungen er vielfach in seine Willensbegriffe verkleidet. Einmal darauf aufmerksam geworden, bemerkt man (wie auf S. 54 bereits vorweggenommen), daß die *Sinnesorgane* die Organe dieser Willensselektion sind. Indem ich einen Gegenstand ins Auge fasse, habe ich ihn selektiert, jeder Ton, den ich unterscheide, ist eine Selektion aus vielen — ja im Begriff „unterscheiden" verrät mir schon die Sprache die Mechanik meiner dabei stattfindenden Auslesen. Natürlich muß das auf die Sinnestätigkeit hin in Tätigkeit gesetzte Denken und Erkennen dann ebenso selektiv beschaffen sein. „Denkbar" ist ein Wort, das nur in diesem Sinn verstanden werden kann. Unsere Seinsbeschaffenheit selektiert bereits die Umwelt; unser Erkennen ist seinem Wesen nach ein Herausheben nur gewisser Elemente aus dem gesamten Weltkomplex. Nur durch Selektion bilden wir den Begriff *Naturgesetz* (vgl. Bd. I S. 40, 89, 208).

Selektion gehört also zur Einrichtung, zu den Vorbedingungen der menschlichen Erkenntnis überhaupt; sie gehört zu den Eigentümlichkeiten der biozentrischen Erkenntnisfähigkeit. So ist sie eine optimokline Funktion und wird als Biotechnik ausgeübt, von uns und von allem, das teleologische Zusammenhänge herstellen kann. Unsere Psyche arbeitet so gut wie jede andere Person im Weltsystem in einem egozentrischen Sinn der mechanischen Panselektion entgegen. Es ist ihre Aufgabe, die Ungleichheiten auszugleichen, die Nachteile, die durch Vererbung oder Umweltsänderung eintreten, zu vermindern, indem sie auf biotechnischem Wege „Anpassungen" schafft, vor der Selektion die Punkte beseitigt, an denen sie angreifen könnte; es ist mit Hilfe von Sinnesorganen, Empfindungen, Vorstellungen und deren Verknüpfung ihr Zweck, über mögliche oder entstandene Nachteile in der Zoësis zu orientieren, damit die Selektion sabotiert werden kann. Darum selektiert sie selber in einem optimoklinen Sinn, daher imitiert sie das Weltgeschehen in einem der Person angenehmen Sinn (Kultur).

Man werfe nun einmal mit diesen Gedanken im Kopf einen Blick auf das Menschenleben, einen auf das Gebaren von Tier und Pflanze. Selekteure sind wir alle jeden Tag mit jeder Tat und jedem Schritt. Da eilen die Abiturienten zur Prüfung. Sie werden selektiert (Selekta!) auf die Eignung als künftiger Akademiker und Beamter hin. Unsere Freundin heiratet nach langem Suchen und Schwanken. Sie wäre entrüstet, wollte man ihres Herzens Nöte und Freuden so gefühllos benennen, trotzdem hat sie nichts

anderes getan; indem sie unter drei Bewerbern endlich einem den Vorzug gab, hat sie geschlechtliche Zuchtwahl getrieben. Jeder, der diese Zeilen liest, kritisiert sie nach seinem Verstand; was tut er dabei? Er selektiert das ihm brauchbar Erscheinende und gibt danach dem Buch Dauer in seiner Umwelt, oder er beachtet es nicht weiter, es existiert dann für ihn nicht mehr. Was ist Forschung und Wissenschaft überhaupt? Ein stetes Durchsuchen der Welt nach „brauchbaren" Zusammenhängen und Tatsachen zum Aufbau eines gewünschten Systems. Was macht der Kaufmann und sein Kunde? Beide wenden ständig das Selektionsgesetz an, sollten es daher kennen. Der Kaufmann selektiert seine Angestellten auf Eignung, seine Lieferanten, den Markt seiner Erzeugnisse, die Ware; sein ganzes Talent besteht überhaupt nur in selektiven Fähigkeiten, der Kunde aber wählt den Kaufmann und seine Ware in einer Gegenselektion nach anderen Gesichtspunkten. Eine typische Selektion sind die Musterungen der Rekruten. Der Rechtsanwalt liest im Tatsachenmaterial seines Falles die wesentlichen Züge aus, er gruppiert ihn danach (darum haben ja beide Gegenanwälte Argumente und zumeist beide auch richtige vorzubringen), dann selektiert er das Gesetzbuch auf die zusagenden Paragraphen. Das gesamte bürgerliche Leben ist nichts als eine fortgesetzte Anwendung der Selektionsgesetze. In ihm sticht namentlich noch eine Form dieser Betätigung besonders hervor, sie möge uns daher noch einen Augenblick Geduld abringen. Das ist die *Selektion des Künstlers.*

Gerade das Kunstschaffen hat in verschiedenen Zeiten seiner Selbstbesinnung und überwiegend bis heute (Expressionismus) von sich geglaubt, es sei ganz auf seine eigene, innere Autonomie gestellt, von göttlicher Freiheit und den Weltgesetzen entrückt. Aber noch nie ist ein Kunstwerk zustande gekommen, wenn es nicht auf das Genaueste den Weltgesetzen gemäß erschaffen wurde und ihnen entsprach. Zu diesen gehört auch die Selektion, mag sie den Künstler bei seinem Schaffen noch so unbewußt leiten. In jedem Kunstwerk wird eine Welt aufgebaut; entweder, indem man versucht, Abbilder der „wirklichen", d. h. der Welt der Sinneseindrücke in Wort, Formen, Farben oder Tönen zu schaffen oder aber das Abbild einer vorgestellten, inneren Welt. Stets ist die Schöpfung ein komplexes System, kann daher der Gesetze dieser Systeme nicht entraten. Zu ihnen gehört aber während des ganzen Schaffensprozesses die Selektion.

Sie ist es, die in den ausgezeichneten kunsttheoretischen Analysen *R. H. M. Holzapfels*[87]) als die *Exklusion* bezeichnet wird. Die Analyse eines konkreten Beispiels wird das mit wenigen Worten klären. Wählen wir als solches irgendein Genrebild. Durch die Freundlichkeit eines Anhängers unserer Philosophie kann ich auf den Abbildungen 90 und 91 das Gemälde eines Künstlers und die Photographie der „Wirklichkeit" wiedergeben, die ihm als Modell gedient hat. Auf den ersten Blick sieht man, wie der Maler die Welt der Sinneseindrücke für seine Zwecke selektiert, in welch

Abb. 90, 91. Die Selektion im künstlerischen Schaffen. Rechts das Modell des Gemäldes von Abb. 90, dem der Künstler die charakteristische Selektion entnahm.

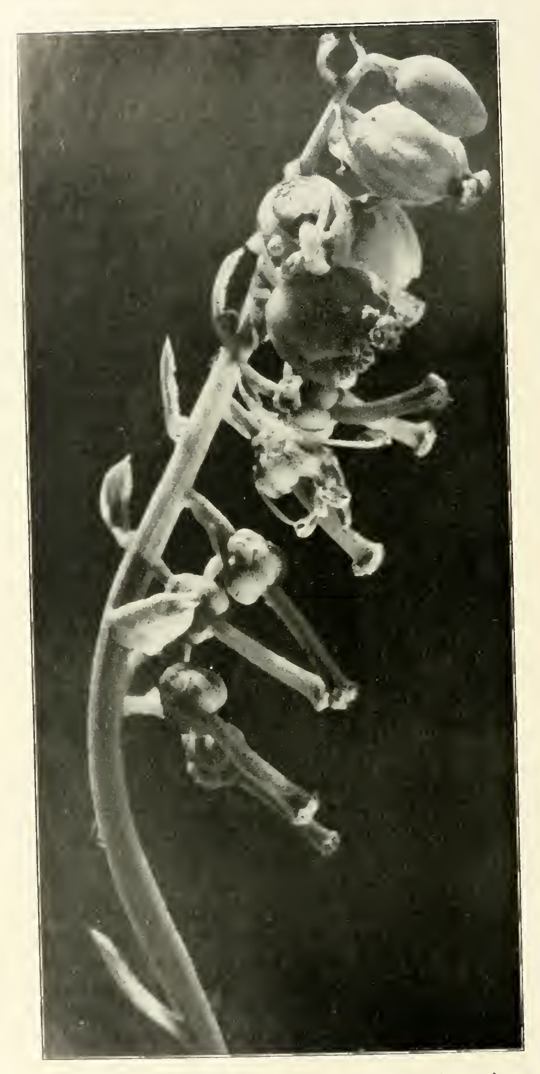


Abb. 92. Der Wettbewerb in der Blütenentwicklung einer Pirola

Vergrößerte Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München

hunderterlei Beziehungen nach Formen, Farbe, Anordnung, Licht und Schatten er das „Wesentliche“ hervorhebt, Unwesentliches zurücksetzt oder wegläßt und dadurch einen nüchternen Hofwinkel zur Bildhaftigkeit umschafft. Diese zwei Bilder sagen es mit lauter Stimme: *künstlerisches Sehen ist zunächst selektives Sehen.* Gewiß ist es nicht das allein, so wie die Selektion auch nur ein sehr kleiner Winkel und nicht das ganze Um und Auf der Weltgesetze ist, aber hier wie dort, in der Welt des Kunstwerkes gerade so gut wie in der sonstigen Welt des Erlebens bestimmt sie über das, was da „bleibt“, was im Sein geduldet wird.

Und so wie der menschliche Intellekt arbeitet auch jeder andere Organismus bis hinab zu dem allereinfachsten. Was, nebenbei gesagt, ein Beweis ist, daß auch den einfachsten Lebewesen das „urteilende Prinzip“, diese selektive Fähigkeit par excellence, nicht abgeht. Es hat seinerzeit in der Biologie großes Aufsehen erregt, als man bei Amoeben, Flagellaten und sonstigen Infusorien die Fähigkeit der *Nahrungswahl* entdeckte. *Monas amyli,* ein winziges Geißelzellchen, durchzieht die Welt seines Wassertropfens rastlos. Hundert eßbare Dinge stoßen ihm auf; es verschmäht sie alle, aber Stärkekörner, die es findet, werden sofort angenommen. Von ihnen allein lebt diese Monade. *Vampyrella Spirogyrae* bohrt Grünalgen an. Aber es vermeidet alle bis auf die *Spirogyra*arten. Gewisse Bakterien lassen sich nur durch Apfelsäure locken, andere nur durch Zitronensäure. Der Begriff der „elektiven Ernährung“ ist den Biologen seitdem längst geläufig.

Die Pflanzen zeigen sie in ihrem Wurzelleben genau so wie die Einzeller. Selektion spricht sich aus in der Bewegungswahl, die sie, die Bewegungsunlustigen, mit größter Bedächtigkeit ausführen. Wenn man Abbildung 92 betrachtet, kann man an der dritten Blüte des dargestellten Blütenstandes ein schönes Beispiel dieser Bewegungswahl erkennen. Die später so mächtig auswachsenden Griffel entwickeln sich früher (man sieht das an der zweiten Blüte sehr schön), die Blüte ist also protogyn. Wenn aber die Befruchtung unterbleibt, dann erfolgt eine Bewegungswahl der Staubfäden, um der Selektion vorzubeugen. Ein Staubfaden krümmt sich über die Narbe und führt autogamisch die Befruchtung aus.

Eine andere Art von „Bewegungswahl“ vollführt der Griffel in der Blüte des Fingerhutes *(Digitalis)* (Abb. 93), von dem vier Stadien abgebildet sind auf der ausgezeichneten Aufnahme, die ich Prof. *Heineck* verdanke. Die Blüte ist diesmal *proterandrisch,* und die Wahl liegt in dem Rhythmus der Wachstumsbewegungen. Die Staubfäden wachsen rasch und entfalten sich, während der Griffel ohne merkliches Wachstum bleibt. Erst wenn jene ausgeblüht haben, beginnen seine Wachstumsbewegungen und Entfaltung (das letzte Bild rechts). Auch in diesem Fall wird der Selektion vorgebeugt; würde nämlich die Pflanze nicht so handeln, dann käme es zu einer Selbstbefruchtung, die erfahrungsgemäß auf die Dauer wachsende Sterilität nach sich zieht. Im obigen Beispiel wurde die Autogamie erzwungen, in diesem

wird sie verhindert, *es wählt also die Pflanze von Fall zu Fall das Mittel, um der Selektion zu entgehen.* Sie übt eine Auswahl. In der gesamten *Blütenbiologie* kehrt auf seiten der Pflanze die gleiche Sachlage und Handlungsweise wieder; von seiten der Insekten, Vögel und Schnecken aber wird die Selektion wieder in einer so zielbewußten Weise geübt, daß sie seit langem als das Musterbeispiel aller selektiven Biotechnik gelten.

Seitdem der deutsche Schullehrer *Sprengel* unter dem eisigen Schweigen der Zeitgenossen die Befruchtung der Blüten durch Insekten entdeckte, hat sich hieraus eine umfangreiche Zweigwissenschaft entwickelt, deren Beweismaterial viele Tausende von Fällen umfaßt. Ganz zielbewußt suchen Bienen, Hummeln und Falter bestimmte Lieblingsblumen auf (man denke nur an den Hummel- und Bienenbesuch von Klee und Linde), die sich auch wieder an sie in den wunderlichsten Formen (s. Abb. 89 oder *Aquilegia* Abb. 25 oder *Berberis* Abb. 40) angepaßt haben, durch Farben, Honigsporne (Abb. 25), Einstäubungsvorrichtungen (Abb. 40), Düfte der herrlichsten und der ekelhaftesten Art (der faule Uringeruch des blühenden Efeus), nur um ihnen die Selektion zu erleichtern. Das geht so weit, daß z. B. aus ihrer Heimat entfremdete Pflanzen wie die Vanille in unseren Glashäusern mangels ihrer gewohnten Befruchter solange keine Frucht ansetzten, bis sich der Mensch zu ihrer Bedienung bequemte.

Wenn die Selektionslehre glaubt, daß durch diese Wahltätigkeit der Insekten die Blumenwelt ihre heutige Schönheit, den Farbenschmelz und den Wohlgeruch erworben hat, so muß kritische Besinnung den Entscheid hierüber von der genauen Kenntnis des „Weltbildes der Insekten“ abhängig machen, die heute noch nicht erreicht ist, ja nach den neuesten Untersuchungen des Ophthalmologen *C. v. Heß* scheint dies Weltbild höchst wahrscheinlich anders zu sein, als man bisher dachte. Jedenfalls aber selektieren die Insekten nach ihren Trieben, und die Blumenwelt ist ein Spiegelbild des Insektengeschmacks. Eine von dem Willen und dem Weltbild der Tierseele abhängige Zuchtwahl üben auch alle Männchen aus, die sich auf die Brautschau begeben, und alle Weibchen, die ihre Huld verschenken. *Darwin* wußte das, und in seiner Theorie der *„geschlechtlichen Zuchtwahl“* hat er die Tatsache vielleicht sogar überschätzt. Erstaunlich ist dabei, wie man die so leicht erkennbare Tatsache, daß hiebei nicht das mechanische Gesetz bloßer Ausmerzung des nicht Optimalen waltet, sondern die speziellen Triebe der betreffenden Tiere, so völlig übersehen konnte.

Der *sexuelle Dimorphismus*, die Zwiegestalt der Geschlechter, bald sehr wenig ausgesprochen wie bei den Fröschen (Abb. 94), bald aufs höchste ausgeprägt, wie beim Hirschkäfer *(Lucanus)* (Abb. 96 ♂ und ♀) oder den Paradiesvögeln, wird bei vielen von ihnen zur Paarungszeit noch gesteigert. Diese Erscheinung beschränkt sich nicht etwa auf die Hochzeitskleider von Fischen und Molchen, sondern ist auch bei niederen Krebsen vorhanden, ja selbst im Pflanzenreich ist sie nicht unbekannt. Wenigstens sieht man

zur Zeit der Fortpflanzung selbst an Windblütlern, wie z. B. der weiblichen Haselblüte, das prachtvolle Rot, das im ganzen Lebensbereich die Herzensfarbe der Sexualtriebe ist. Diese „Schönheit" scheint ihren Ursprung also in inneren Erregungszuständen, vielleicht in den erotisierenden Hormonen der Organismen zu besitzen. Bekanntlich ist auch der Mensch diesem sexuellen Dimorphismus unterworfen; das männliche Geschlecht zeichnet sich durch Größe, Körperkraft und die nach der Pubertät sich meldende Bartbildung aus, das weibliche durch die (in ihrer Entstehungsursache noch unerklärten) Brüste, die langen Haare und den zarteren, rundlichen Bau. Und tatsächlich spielen diese Momente bei der Paarungswahl auch eine sehr bedeutende Rolle. Der erotische Schönheitsbegriff hat sich nach ihnen gebildet, und daß schöne Mädchen mehr umworben werden als reizlose, ist eine Binsenwahrheit. Daß aber die schönen Mädchen und noch mehr die schönen Männer nicht gerade unbedingt mit dem Begriff Menschheitsoptimum zusammenfallen, braucht ebensowenig zergliedert zu werden. Und genau so ist es in der Tierwelt auch. Die Geschlechter regen sich an diesen Merkmalen zur Begattung an, das ist alles. Nur bei einigen höheren Tiergattungen, den Hirschen, den Auerhähnen und derlei hat man sich überzeugt, daß unter den vor einem Parterre von Weibchen kämpfenden oder tanzenden oder sich als Rezitator (Laubenvögel) produzierenden Männchen ausgewählt wird, aber für gewöhnlich nimmt jedes Weibchen den Mann an, der sich ihm zur Paarungszeit nähert. Und man wird doch nicht im Ernst behaupten wollen, daß der beste Balzer oder Tänzer oder Sänger oder der bunteste Paradieshahn der „Zweck" im Walten eines Naturgesetzes sein könne. Die geschlechtliche Zuchtwahl ist nichts als einer der vielen Beweise, daß auch die Tiere selektieren können, aber sie ist von keiner größeren Bedeutung.

Was nun die Tiere so vielfältig können, das hat auch der Mensch von je geübt. Nicht nur in den nun schon zur Genüge erörterten Beziehungen, sondern auch an Tieren und Pflanzen, die er sich in bestimmter Hinsicht heranzüchten wollte. So wie Wissen und Schaffen eine selektive Biotechnik ist, so sind auch die Besonderheiten der Tiere und Pflanzen, mit denen sich der Mensch umgibt, kein Natur-, sondern ein Zivilisationsprodukt, entstanden durch künstliches Auswählen und dadurch am Leben Erhalten der von ihm gewünschten Eigenschaften. Legte ein Schafzüchter besonderen Wert auf feine Wolle, so suchte er mit rastlosem Bemühen aus den Herden Böcke und Schafe, die das zarteste Vließ besaßen, und kreuzte sie. Nach der *Mendel*-Regel waren dann Kinder zu erwarten, welche ebenfalls zarte Wolle tragen. Indem er das Verfahren fortsetzt, kann er Rassen von erstaunlich hoher *Einseitigkeit* heranzüchten. Oder er kann auf Mastfleisch hin selektieren oder auf Hornlosigkeit; kurz, man hat auf diese mühsame, aber einfache Art aus wildwachsenden Gräsern und Sträuchern Getreide, Zuckerrüben, Gemüse, Zentifolien, aus wilden Tieren den Haushund, die Rinder, die hunderterlei Taubenrassen, Geflügel, kurz einen großen Kreis

von Gefährten herangezüchtet, ein Kulturprodukt an die Stelle der Natur gesetzt. Den Entscheid, welche Eigenschaften und wieviel Rassen man „auslesen" konnte, fällte dabei natürlich nicht der Mensch, sondern es fällten ihn die Tiere und Pflanzen selbst. Daher gibt es z. B. von der Hausgans nur ganz wenig Rassen, umsomehr aber von den Hunden oder den Kanarienvögeln; die Hausgans ist kaum variabel, die anderen umso mehr.

Dieses Verfahren hat *Darwin* wohl gekannt und geübt und in Gedanken auf die Natur und die ganze Welt übertragen. Ohne Bedenken stellte er einen Begriff „Natürliche Zuchtwahl" auf, den er identisch nahm mit der künstlichen Zuchtwahl der Züchter.

Es entging seiner Bedachtsamkeit dabei, daß alle „gezüchteten" Tiere einseitige Geschöpfe sind, deren Organismus wohl trachtet, die gestörte Harmonie ihres Eigenschaftenkomplexes regulatorisch wieder herzustellen, weshalb auch, wie jeder Züchter weiß, die „Rückschläge" (*Atavismen* nannte man sie mißverständlich) auf die Stammesart umso beharrlicher und häufiger sind, je höher gezüchtet die Art ist, daß es ihnen aber nicht gelingt, die volle Harmonie wieder zu gewinnen, weshalb alle seit alters her bekannten Kulturpflanzen und Kulturtiere höchst empfänglich für Krankheiten und so wie der Mensch kaum jemals robust gesund sind. Der Weinstock, die Zuckerrübe oder das Rind sind treffliche Beispiele hierfür; die ersteren zwei sind diejenigen Pflanzen, welche von den meisten *Pflanzenkrankheiten* befallen werden (vgl. Abb. 9 in Bd. I), wie denn auch das Getreide unter epidemischer Erkrankung durch den Getreiderost leidet; die Kuh dagegen nimmt sogar bereits an der sinkenden Fruchtbarkeit und den Erschwerungen des Gebäraktes, die im Menschengeschlecht üblich sind, teil. Hunde und Pferde sind die einzigen Tiere, die in ihren „höchsten, also einseitigsten Rassen sogar seelisch erkranken; wie nervös Rennpferde sind, wissen die Turfbesucher, und der so intelligent dreinblickende Hund Rolf (Abb. 95), der den Streit um die Tierseele durch seine Klopfantworten und „Briefe", die er schrieb, aufs neue entfesselte, litt an geistigen Übermüdungserscheinungen und ging auch vorzeitig zugrunde gleich den anderen Wunderkindern.

Aber auch abgesehen von dieser unzulässigen Übertragung einer menschlich unvollkommenen Technik auf das gesamte Naturgeschehen und dem Übersehen der Tatsache, daß jede irgendwann vorkommende, allzu scharfe Selektion korrigiert wird im Sinne des Ausgleiches, steckte in den *Darwin-Wallace*schen Gedankengängen noch eine Täuschung, welche die nachfolgende Kritik auf das schärfste herausgearbeitet hat. Das ist der Irrtum, als ob die künstliche Zuchtwahl etwas Neues erzeugen könnte. Mit einer bemerkenswerten Unreinheit des Denkens setzten diese Engländer, die das spitze Epigramm, mit dem *Nietzsche* sie bedachte, wohl verdienen, den *Zufall* als schöpferisches Prinzip in die Selektionstheorie ein und zwingen dadurch, im Namen des Selektionsgesetzes sich auf das Entschiedenste dagegen zu verwahren.



Abb. 93. Verschiedene Zustände der Blüte des Fingerhutes (Digitalis purpurea) an aufgeschnittenen Blüten demonstriert.
Originalaufnahme von Prof. Dr. O. Heineck, Alzey



Abb. 94. Der Liebesakt der Grasfrösche. Naturaufnahme von H. Dopfer, München



Abb. 95. Die Mimik eines Hundes

Hervorragend intelligenter Ausdruck des Hundes Rolf von Mannheim, der durch seine psychischen Leistungen berechtigtes Aufsehen erregte. (Nach Moekel)

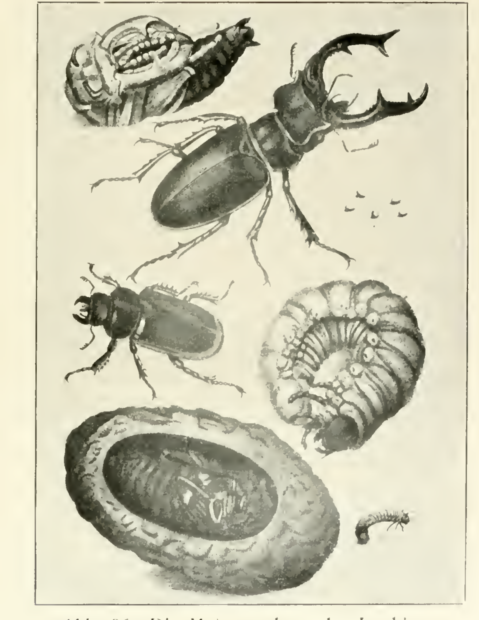


Abb. 96. Die Metamorphose der Insekten

Geschlechtliche Zwiegestalt und Entwicklung eines Hirschkäfers (Lucanus cervus L.). Aus den Eiern schlüpfen die kleinen Larven aus, die zu großen Engerlingen heranwachsen und sich verpuppen. Schon die Puppe läßt den Unterschied zwischen dem Weibchen (unten) und dem geweihtragenden Männchen [illegible] erkennen. Aus den „Insektenbelustigungen" des Aug. Joh. Rösel von Rosenhof. Nürnberg 1749

Die auch von *Häckel* übernommene *Darwin*'sche Selektionslehre nimmt an, daß alle Nachkommen eines Elternpaares untereinander und gegen die Eltern ungleich sind. Das ist eine Beobachtungstatsache; ihre Beachtung entspringt auch dem richtigen Gefühl dafür, daß Selektion immer nur in heterogenen Systemen ihre Angriffsfläche findet. Aber die Selektionisten täuschen sich über die Tragweite dieser Veränderlichkeit. Sie machten die willkürliche, daher unzulängliche Annahme, daß alles das, was sie erklären wollten, nämlich die verschiedenen Eigenschaften, schon da seien als zufällig entstandene Abänderungen in der Nachkommenreihe, die nun die Selektion im Sinn des Optimalen nur mehr heraus zu isolieren braucht. Und das ist falsch. Dieses Irrtums halber bekämpfte man und kritisiert man noch heute die Selektionslehre der Darwinisten. Und auch die objektive Denkungsart wendet sich davon ab und weiß sehr wohl, daß Selektion in dem Sinn ein ohnmächtiges Prinzip sei, weil sie nur Bestimmungen über die Erhaltung des im Sinne der Weltgesetze Liegenden trifft, nicht aber selbst der Schöpfer der Welt ist.

Für den aber haben sie die Materialisten gehalten, die eine Generation hindurch triumphierend verkündeten, nun sei es verständlich geworden, wie die Welt, wie der Geist entstanden sei. Sie seien aus der Nichtwelt, also dem Nichts, aus dem Nichtgeist, also dem Unsinn rein mechanisch herausselektiert worden.

Das ist heute längst und schon vor der objektiven Philosophie berichtigt worden. Erstens hat die *Mendel*-Regel gezeigt, nach welchem Gesetz die kleinen Abänderungen der Nachkommen sich verteilen, und woher sie stammen. Sie deckte das Würfelspiel der Vorfahrenmerkmale auf. Andererseits aber haben höchst mühsame und gewissenhaft ausgeführte Untersuchungen — die Namen *Johannsen, Galton* und *Quêtelet,* ein Däne, ein Engländer und ein Belgier stehen darin an der Spitze — erwiesen, daß diese kleinen Abänderungen in langen und reinen (d. h. nicht durch Kreuzung verwirrten) Fortpflanzungsreihen wieder verschwinden. Man bezeichnete sie deshalb als *Fluktuationen,* weil sie die unveränderlichen Typen gleichsam umtanzen (vgl. Abb. 97) in einem Reigen, der sich niemals ändert.

Wenn man die soeben genannte Abbildung studiert, ist sie der Niederschlag folgender Beobachtungen. Man denke sich einen beliebigen Pflanzen- oder Tierbestand, eine „Population“, wie das die Selektionstheoretiker nennen, und wir untersuchen nun die vorhandenen Abänderungen, z. B. an einer Ernte weißer Bohnen die Samen mit schwarzen Flecken. Wir werden bald Varianten finden, die wir nun der Größe nach geordnet in eine Variationsreihe einordnen. Bald stellt sich dann heraus, und das ist bei allen variationsstatistischen Untersuchungen so, mögen sie sich auf was immer beziehen, daß es bestimmte Variantengruppen gibt, von denen einige sehr zahlreich sind. Diese nennt man die *„Mode“* der betreffenden Abänderung (z. B. Schuhform, die „man“ trägt), wobei die Formen, die zwischen den

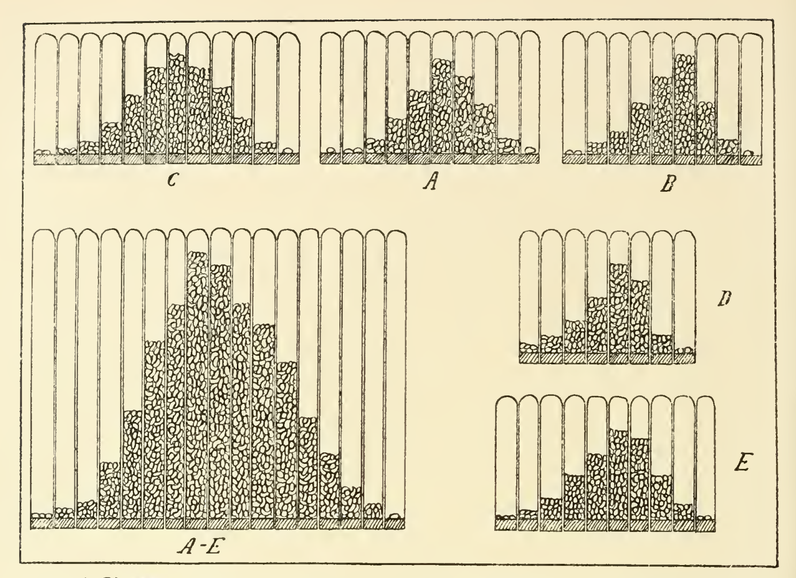


Abb. 97. Diagramm von fünf reinen Linien (A, B, C, D, E) einer Bohnenrasse, die in Probierzylinder sortiert sind nach den Merkmalen. Jedes Merkmal zeigt dieselbe Variationskurve. Die Bohnenreihe A—E ist eine aus der Summe der fünf reinen Linien gebildete Population, deren Variantenverteilung mit der der reinen Linien übereinstimmt. Die Variation hebt sich aber wieder auf und führt zu keiner dauernden Änderung der Eigenschaften. (Nach Johannsen).

Extremen den „Mittelwert“ halten, sich sehr häufig mit der Mode decken. Je extremer die Abweichungen sind, desto seltener sind sie auch.

Dieser Erfahrungskomplex wird unter dem Namen des *Quêtelet*'schen *Gesetzes* begriffen. Man hat es bestätigt gefunden an der Fruchtlänge von Pflanzen, an den Kleidermoden, am Hirngewicht des Menschen, in der Häufigkeit von mathematischen Fehlern [*Gauß*'sches Fehlergesetz, ausgedrückt durch die binomische Formel $(a + b)^n$], kurz, es hat sich als allgemeines Charakteristikum des Seins erwiesen. Die Ergebnisse solcher variationsstatistischer Untersuchungen, aufgetragen auf ein Koordinatensystem, wobei die Werte auf die Abszisse, die Zahl der untersuchten Individuen auf den Ordinaten eingetragen sind, ergeben Kurven wie die dargestellte, die meist symmetrisch sind und nur einen Gipfel aufweisen. Sie machten das je nachdem schreckliche oder tröstliche Resultat sinnenfällig, daß das Mittelmäßige in allem die Majorität hat, also das Sein bestimmt.

Johannsen wählte nun aus solchen reinen Populationen von Bohnen einzelne aus, befruchtete sie mit sich selbst (um eben Kreuzung zu vermeiden) und unterwarf ihre Nachkommen wieder der variationsstatistischen

Prüfung. Wieder ergab sich eine entsprechende, natürlich kleinere Kurve. Und so läßt sich der ganze Bestand in solchen Kurven weiterzüchten, die zusammengenommen wieder die große *Galton*-Kurve ergeben. (Vgl. Anmerkung 88.)

Wenn man also die Selektion in einer Richtung konsequent fortsetzt, werden die Variationsmöglichkeiten immer geringer (gemäß dem *Galton*schen *Rückschlaggesetz*), niemals wird Selektion eine Steigerung der Variabilität hervorrufen. Sie liest eben nur das Vorhandene aus, aber sie schafft nichts Neues. Sie arbeitet rein negativ. Damit war auf mathematisch exakte Weise bewiesen, was sich die Logik schon längst sagte, *daß die Darwin*sche *Selektionstheorie falsch sei!* Nicht die Selektion bereichert die Welt der Organismen an Merkmalen, das tun nur die *Mutationen*, und diese entstammen dem Innenleben, wie auf Seite 162 ausgeführt ist.[89]) So hat die *Vererbungswissenschaft* definitiv gegen *Darwin* entschieden und damit auch alle darauf aufgebauten Folgerungen sowohl der rein materialistischen wie der *Häckel*'schen Schule zu Fall gebracht.

Die Übertragung der Züchtertechnik auf die ganze Natur war ein großer Irrtum, und der Begriff des Selektionsgesetzes muß von nun an einen anderen Inhalt haben, als ihn die materialistische Generation prägte. So rundet sich nun dieser Gedankengang zu Einsichten, die jeder Kritik standhalten, weil sie nichts als eine Beschreibung des in allem Geschehen Wiederkehrenden sind.

Unbestreitbar ist die Verschiedenheit der Individuen in bezug des Erreichens ihres Optimums auf jeder Integrationsstufe des Seins, soweit sie sich noch zu komplexen Systemen zusammenschließen. Unbestreitbar ist auch die Tatsache, daß je nach dem Grad, in dem ein Seiendes dem bestmöglichen Sein näher steht, es mehr Aussicht auf Dauer hat. Der bessere Schwimmer wird sich länger auf dem Wasser erhalten können als der schlechte, das härtere Gestein ist widerstandsfähiger als das weiche gegen die Abnützung, das den Menschen mehr bietende Buch bleibt länger im Gebrauch als das unverständliche oder rasch veraltende. Es bestimmt also der Grad der Optimoklise die Dauer. Das ist zwar kein zwingender Schluß, aber eine Erfahrungstatsache von, wie in diesem Abschnitt gezeigt wurde, so allgemeiner Bestätigung, daß sie zur praktischen Gewißheit wird.

Eine notwendige Konsequenz dieser Tatsache aber ist, daß schon durch das bloße Walten der Zeit infolgedessen nicht alles in einem gegebenen Erlebensmoment Vorhandene erhalten bleibt. Die Welt zerfällt in eine Stufenfolge von Dauerhaftigkeiten, deren Gesetz lautet: Die Dauer regelt sich nach der Annäherung an das Optimum alles Seins: an die Harmonie der Welt. Nur diese letzte Seinsform hat absolute Dauer. Das verstehe ich unter Selektion. Da aber das Optimum durch die Funktionen erreicht wird, so bestimmt deren Art über die Dauer der Seinsstufen. Soweit in

diesen Funktionen Wahlfähigkeit, also ein Intellekt sich ausspricht, ist es diesem Intellekt anheimgegeben, die Funktionen des Individuums in der Richtung auf längere Dauer und Reibungslosigkeit zu regeln.

Da der Mensch diese Wahlfähigkeit wenigstens teilweise besitzt, liegt es in seiner Hand, sich jeweils so zu verhalten, wie es dem jeweiligen Optimum seiner Situation entspricht. In den unbewußten Funktionen wird das Optimum ohnedies nicht unbegrenzt aufrecht erhalten, ebenso veranlaßt der nicht absolut harmonische Zustand der Umwelt oft genug Störungen, die dem System ebenfalls ein Ende bereiten können. Wenn aber auch die wählbaren Handlungen gegen das Optimumgesetz gerichtet sind, treten Entwicklungen und Änderungen ein, die entweder das Handeln wieder optimoklin gestalten oder die Dauer des Lebens abkürzen.

So ist es in des Menschen Hand gegeben, entweder durch sein Handeln und Wirken das Weltoptimum, die große Harmonie ihrer Verwirklichung näher zu führen oder deren Werden zu verzögern. Im letzten Fall gerät er in widersinnige Bewegung zur allgemeinen Richtung des Weltgeschehens, und der Teil zerreibt sich am Ganzen. Im ersteren Fall wird der Mensch nach einem zwar nicht absolut, aber relativ weit reibungsloseren Dasein auch nach dem Zerfall seiner Integrationsstufe einen für jedes weitere Sein günstigeren Weltzustand vorfinden.

So ist er eingeordnet in ein System, das durchgängig die Dauer alles Geschehens nach dessen Annäherung an die Weltgesetze sortiert. Selektion tront wie ein dunkler, aber gerechter und unbestechlicher Richter über der Welt und duldet nur das im Sein, was den Gesetzen dieses Seins gemäß ist.

Anmerkungen und Zusätze

82 (Zu S. 199). Es wird eine Aufgabe der vergleichenden Biologie sein, die wirklich eine biocoenotische Einheit bildenden d. h. von einander in der Ernährung und in den gegenseitigen Anpassungen abhängigen (Schutz!) Pflanzen und Tiere in ihren natürlichen „Lebensgemeinschaften" zu erfassen. Denn es ist zweifellos, daß z. B. das für Heideboden kennzeichnende Edaphon, die Nostocaeen und Phormidien des Sandbodens, die Flora des Callunetums (mit Calluna vulgaris, Erica tetralix, den Vaccinien, Empetrum, Arctostaphylos, Ulex, Ginster usw.), die spezifischen Heidemoose und Flechten sowie Pilze (Cetraria, Cladonia, Boviste), dazu die Sandlaufkäfer (icindeliden) und gewisse Schmetterlinge (Lycaenen), die Erdhummeln, Heideschnecken (besonders Helix ericetorum, sericea und andere xerophile Schnecken), die Haubenlerchen, Goldammern, Wachteln und andere Charaktervögel der Heide, die Mäuse und Kaninchen eine ganz geschlossene, gesetzmäßig in sich zusammenhängende Lebenseinheit bilden. Und was für die Heide gilt, trifft ebenso für Steppe und Wiese, die Felsenflur, den Wald aller Arten, die Brüche, das Moor, den Sumpf, den Teich, die Tundra, die Salzformationen und die Wüste in der Art zu, wie ich es in meinem Buche über München (München, H. Bruckmann's Verlag 1920) und in

meinem Werkchen: Die Kultur von morgen. Dresden (C. Reißner 1922) eingehend bearbeitet habe.

Die objektive Philosophie fordert diesen tiefer dringenden biologischen Blick von der Wissenschaft auch namentlich im Hinblick auf die Schule, die nur eine derartig einheitliche und im Hinblick aufs Lebensganze eingestellte Biologie der Heimat brauchen kann.

83 (Zu S. 203). Hierin beruht der ganze Unterschied zwischen der antiken und modernen Mathematik, worauf *O. Spengler*, wenn auch nicht ganz klar, aber doch scharfsinnig in seinem „Untergang des Abendlandes" (Bd. I) hingewiesen hat.

Tatsächlich hat erst *Newton* in seiner „Fluxionsrechnung" den Begriff der Differentiale angewendet, die dann von *Leibniz* und *Lagrange* (fonctions derivées) zur Differential- und Integralrechnung erweitert wurde. Die Griechen gelangten niemals über die bloße Formulierung der irrationalen Zahl (durch den Platoschüler *Theatet*) hinaus, wie bei *Archimedes* klar hervorgeht in seiner Abhandlung über die Sandzahl, in der er sich ausdrücklich weigert, das Vorstellbare, also die Zoësis zu überschreiten.

Infolge dessen blieb auch die gesamte antike (die Römer waren in den Wissenschaften reine Barbaren und daher Nachbeter des griechischen Geistes) Wissenschaft im Bereich der Zoësis, ein Beweis, wie wenig die *Euklidische* Geometrie geeignet ist, zur Grundlage für unsere Mechanik des Himmels zu dienen (vgl. Band I), die sich daher denn auch, wie in diesem Werke einleitend ausgeführt, die Relativitätstheorie für ihr extrazoëtisches Weltbild schaffen mußte. Vgl. zum Problem der mathematischen Historie: *M. Cantor*, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. 2. Aufl. Leipzig. 1902. Zum Begriff der Differentiale: *Stolz*, Grundzüge der Differential- und Integralrechnung. Leipzig. 1893—99.

84 (Zu S. 208). Vgl. außer dem im Text genannten Werk von Malthus noch *H. Spencer*, The theorie of population. London 1852. — *G. Stille*, Der Neomalthusianismus. Berlin 1880. — *Kautsky*, Der Einfluß der Volksvermehrung. Wien 1880. — *E. Dühring*, Kursus der National- und Sozialökonomie. Leipzig. 1892. Während $^5/_6$ der bewohnbaren Erde nur 1—10 Einwohner auf dem □ km zählen, hat Europa durchschnittlich 25—50, Vorderindien und China durchschnittlich 50—100. Das Jang-tse-Kiangtal ist mit über 200 Menschen pro □ km übervölkert, ebenso die Gangesebene, das Nildelta, Brabant und Flandern, sowie die Gegend von Lyon. 100—200 Einwohner leben im Rheingebiet und seinen Nebenflüssen (Neckartal), in Sachsen und in der lombardischen Tiefebene.

85 (Zu S. 211). Vgl. *A. Weismann*, Vorträge über Deszendenztheorie. 3. Auflage. 2 Bde. Jena 1913. — *L. Plate*, Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. 4 Aufl. Leipzig. 1913. — *A. Pauly*, Darwinismus und Lamarckismus. München 1905.

86 (Zu S. 212). Vgl. *W. Roux*, Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik. Leipzig. 1895.

87 (Zu S. 220). Vgl. *R. M. Holzapfel*, Panideal. 1910.

88 (Zu S. 227). Vgl. hierzu *W. Johannsen*, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena 1913. — *Quêtelet*, Anthropométrie. Paris 1871. — *F. Galton*, Hereditary Genius. 1869. — *F. Galton*, Natural-Inheritance. London 1889. — *C. B. Davenport*, Statistical methods with Special Reference Biolog. Variation. 2e edit. New-York 1904. *Galton*, auf dem nächst *Quêtelet* die ganze Richtung fußt, hat die Beziehungen zwischen Eltern und Nachkommenmerkmalen an 928 erwachsenen Nachkommen von 205 Elternpaaren berechnet und dabei gefunden, daß jedes Kind vom Mittelwert der Bevölkerung um $^1/_3$ weniger abweicht als seine Eltern. Das hat sich — wenn auch zahlenmäßig etwas different — für alle Lebewesen herausgestellt, und diese Erkenntnis bildet den Inhalt des *Galton'schen Rückschlagsgesetzes*, das man in folgenden zwei Sätzen formuliert hat *(Kammerer)*: Die Nachkommen weichen weniger vom Typus ab, als die Eltern. Sie weichen jedoch nach derselben Richtung vom

Durchschnitt ab wie die Eltern. Das gilt aber, wie *Johannsen* gezeigt hat, nicht für „reine Linien“ (Biotypen). Bei diesen vereinigt sich eine fluktuierende Variabilität, ein stetes Anderswerden sehr wohl mit einer bemerkenswerten innerlichen Konstanz der Typen im gesamten Lebensbereich, wie im Text ausgeführt ist.

89 (Zu S. 227). Hierher gehören auch die in ihrem Tatbestand kaum anzweifelbaren Ergebnisse des deutschen Zoologen *Th. Eimer*, die ihn zu der Überzeugung führten, daß es auch eine bestimmt gerichtete Variabilität gebe. In seiner als *Orthogenese* bezeichneten Theorie stellt er z. B. den Satz auf, daß die Zeichnungen der Tiere in den phyletischen Reihen bereits eine Verstärkung in gewissen Richtungen erkennen lassen, die erst bei einem bestimmten Nachkommen Schutzwirkung üben mögen, bis dorthin also gewiß nicht lebenserhaltend gewirkt haben können. Ganz unverkennbar berührt er damit das Problem der Entfaltung durch Mutation aus inneren Ursachen und verdient dadurch eine weit größere Beachtung, als sie dem leider zu früh Gestorbenen zuteil geworden ist. Vgl. *Th. Eimer*, Orthogenesis der Schmetterlinge. 1897.

Das Gesetz des kleinsten Kraftmaßes

Ableitung des Gesetzes aus der Analyse des Seins — Frühere Formulierung des Gesetzes. Lex parsimoniae in der alten Teleologie — Das *Hamilton*'sche Prinzip — Das *Gauss*'sche Prinzip des kleinsten Zwanges — Das Ökonomieprinzip von *Mach* — Das kleinste Kraftmaß ist nur im optimalen Fall realisiert, daher bedingt die Optimoklise der Welt eine Parsimoklise — Das Trägheitsgesetz eine Anwendung des Gesetzes vom kleinsten Kraftmaß — Die Gravitation eine Umschreibung des gleichen Gesetzes — Viele Gesetze sind nur Umschreibungen der Parsimoklise — Alle Funktionen verlaufen parsimoklin — Alle Naturformen sind Formen des geringsten Widerstandes — Sonderanwendungen des Gesetzes — Das Kräfteparallelogramm — Das Fermat'sche Prinzip der schnellsten Ankunft — Der Weg der Strahlen ist stets der kürzeste Weg — Die Parsimoklise im Kristallbau — Der kleinste Widerstand modelliert die Erosions-, Abrasions- und Küstenformen — Das kleinste Kraftmaß in der Vulkantätigkeit — Das Ökonomieprinzip im Organischen — Der Bau der Zellen — Das Prinzip des inneren Baus der Pflanzen — Die T-Träger und Trajektorien im Organismus — Der Bau der Insekten als Beispiel des Ökonomieprinzipes — Die Parsimoklise in der Technik — Der Begriff der Werkkunst — Die Ökonomie der Verkehrslinien des Städtebaues — Das kleinste Kraftmaß als Bedingung des Kunstwerkes — Die dramatische Form als ein Fall von Parsimoklise — Der kürzeste Weg im Denken — Teleologie als die Verwirklichung des kürzesten Weges — Logik als die Linie des kleinsten Widerstandes im Denken — Recht und Ehrlichkeit als Spezialfälle der Parsimoklise — Die Ethik als ihre Verwirklichung — Die Sparsamkeit und ihre Gesetze im täglichen Leben — Das kaufmännische Denken eine Anwendung des Gesetzes vom kleinsten Kraftmaß — Gemeingültigkeit des Gesetzes — Historische Anwendungen als göttliche Gesetze und kategorische Imperative — Praktische Anwendungen in der Neuzeit als Taylorsystem — Das Taylorsystem des Organismus — Die Notwendigkeit eines kulturellen Taylorismus — Seine Durchführung der größte „praktische" Nutzen der objektiven Philosophie — Die Überwindung des Materialismus durch den Idealismus des Gesetzes und der Aufbau einer vollendeten Zivilisation als Plattform einer Kultur — Anmerkungen und Zusätze.

In der Idee eines vollkommenen Seins liegt unabweislich auch die Vorstellung eingeschlossen, daß dieses Sein an eine Form gebunden ist, die ihre Vollkommenheit mit dem kleinsten Aufwand an Quantität und Qualität erreicht und Funktionen ausübt, durch die auf dem kürzesten Wege die Dauer dieses Seins erreicht wird. Das haben wir bereits bei dem ersten Versuch einer Analyse erkannt (vgl. Bd. I Seite 81), und seitdem ist uns ein

solches „Gesetz“ des kleinsten Kraftmaßes vielenorts, z. B. gelegentlich der Betrachtung der Funktionen, der Selektion und der aus ihr übrigbleibenden optimalen Fälle entgegengetreten. Es zeigte sich sogar, daß die Anwendung des Optimumgesetzes auf die Funktionen von ihnen notwendigerweise das kleinste Kraftmaß fordert; von zwei gleichwertigen Beziehungsreihen ist die stabilere und darum häufiger vorkommende, schließlich auch allein übrigbleibende stets jene, in welcher die Leistung mit geringeren Mitteln realisiert ist. Es gehört also der Begriff des kleinsten Kraftmaßes dadurch notwendiger Art zu dem des Seins selbst.

Eine so leicht erkennbare Beziehung der Dinge mußte natürlich jedem Kopfe bewußt werden, der das Problem des Seins auch nur einigermaßen durchdachte, und so hat das Gesetz des kleinsten Kraftmaßes seine lange, in diesem Buch der Tatsachen allerdings nur flüchtig erwähnbare Geschichte, die als Gesetz der kleinsten Wirkungen von *Leibnitz* zuerst formuliert, dann von *Maupertuis* viel erforscht, als *Sparsamkeitsprinzip der Natur (lex parsimoniae)* weit in die Zeiten der alten Physikotheologie zurückreicht und meist als Beispiel für die Rationalität der Schöpfung und die überragende Weisheit des Welturhebers mit besonderer Vorliebe gepflegt wurde. In irgendeiner Form, als Minimal-Maximalprinzip fehlt diese Vorstellung seit *Helmholtz* eigentlich in keinem Denksystem. Wenn ich es auch einer Geschichte der objektiven Philosophie überlassen muß, diesen langen und sehr anziehenden Weg der Klärung eines so wichtigen, wenn auch für die Kultur noch mehr als für das Weltgeschehen bedeutsamen Gesetzes darzustellen, so sei hier doch wenigstens auf einige der wichtigeren Etappen dieses Weges hingewiesen.

Ganz unkritisch wurde das Sparsamkeitsprinzip von den alten Metaphysikern und Theologen in einer ästhetisierenden Form übertrieben, bis dann diese Phraseologie vor der unwiderstehlichen ratio kantischer Logik unhaltbar wurde, wenngleich auch er gelegentlich sich auf den Standpunkt stellt, daß von der „Sparsamkeit der Natur“ mit Recht gesprochen werden könne.[90]) Zugleich aber durchschaute *Kant* in der Kritik der Urteilskraft den biozentrischen Ursprung dieser Sparsamkeitsvorstellungen, indem er in ihnen nichts als eine „subjektive Maxime der Urteilskraft“ sieht.[91])

Dieser freie Standpunkt, von dem aus man alle Türen der Erkenntnis offen sah, wurde aber von den mechanistisch naiv denkenden Physikern wieder verlassen, als sie, gleich dem englischen Astronomen *Hamilton*, in dem nach ihm benannten Prinzip[92]), ebenso dem Franzosen *d'Alembert (d'Alembert*'sches *Prinzip)* und dem Deutschen *K. F. Gauß* (Prinzip des kleinsten Zwanges[93]) zu den Vorstellungen der Minimalprinzipe zurückkehrten, ohne die auch *H. Hertz* nicht den Wunderbau seiner Panmechanik aufführen konnte (sein *Prinzip der geradesten Bahn*). Daß es sich hierbei tatsächlich um eine fundamentale Notwendigkeit des Denkens handelt, geht daraus hervor, *daß aus diesen Minimalprinzipien*

die gesamte Mechanik mitsamt dem Relativitätsprinzip abgeleitet werden kann.

Deshalb mußten auch die physikalischen Denker, welche die Mechanik mit ihrem Substanzbegriff aufzuheben unternahmen, also *E. Mach* und *R. Avenarius*[94]) ebenfalls das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes stehen lassen. Der Schweizer Denker sah sich sogar bemüßigt, es zur grundlegenden Architektur eines seiner Hauptwerke zu verwenden, und der Österreicher *Mach* führte es wenigstens in der Form ein, daß er seine empirische Naturauffassung auf zwei „praktische Prinzipien" fundierte: auf das der *Einfachheit* und der *Ökonomie*. Beides sind Masken für die *Hamilton-Gauß*'schen Vorstellungen. Wenn, wie *Mach* sagt, das Ziel der Wissenschaft nichts anderes sein kann, als die Erfahrungen durch zusammenfassende Beschreibungen so zu ersetzen, daß sie durch den geringsten Aufwand an Gedankenarbeit übersehen werden können, dann macht er das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes damit sogar zum obersten Leitmoment der Ordnung, dem er alles unterordnet.

Und von da zieht sich ununterbrochen die Verwendung des Begriffes der Sparsamkeit als Merkmal der Vollkommenheit durch das gesamte philosophische Denken der Gegenwart bis zu *H. Driesch*[95]), ohne daß er aber jemals in die zentrale Bedeutung für das Weltbild gerückt wäre, die ihm als einem wesentlichen Merkmal des stabilen Seins zweifelsohne zukommt. Es möchte fast scheinen, daß mit dem Durchschnittsdenken zusammen auch die philosophische Besinnung die Tendenz zum kleinsten Kraftmaß alles Geschehens als Selbstverständlichkeit aufzufassen geneigt ist, was aber *J. Petzoldt* in seinem Werk über das Weltproblem (S. 166) schon trefflich abgewehrt hat, wenn er sagt: Sehen wir uns aber solche „Selbstverständlichkeiten" näher an, gleich dem Satze, daß zwischen zwei Punkten die kürzeste Linie die gerade sei, so finden wir, daß sie auf zahlreichen positiven und negativen Erfahrungen beruhen, die niemand voraussehen könnte, wenn er sie erst als reifer Mensch machen müßte. Man könnte sich die Dinge ganz anders denken, als jene Axiome sie beschreiben.

Ist demnach zwar die Erkenntnis, daß der Begriff des kleinsten Kraftmaßes sich in vielen Beziehungen finden läßt, schon längst sozusagen zum Gemeingut des wissenschaftlichen Denkens geworden, so fehlt es umsomehr an der Einsicht, daß eine ideale Ökonomie in den Beziehungen weit seltener erreicht worden ist, denn eine bloße *Parsimoklise*. Das Geschehen ist nur im optimalen Fall wirklich das der geringsten Mittel, sonst aber verläuft es im allgemeinen nur sparsam (ökonomisch), d. h. dem Idealverhältnis zwischen Ergebnis und aufgewendeten Mitteln im allgemeinen nur annähernd.

Überschaut man von diesem Standpunkt aus die Welt der Erscheinungen, so wird man zunächst inne, *daß alle Funktionen nicht nur optimoklin, sondern auch parsimoklin ablaufen. Angesichts des zu erzielenden Zweckes*

wird stets nur das unbedingt Notwendige in Aktion gesetzt. Wenn die Mechanik feststellt, daß sich jeder frei bewegliche Körper so dreht, daß sein Schwerpunkt in Ruhelage kommt und dies auf dem Wege des geringsten Widerstandes erreicht, hat sie damit einen Beweis dieser allgemeinen Parsimoklise gegeben. Wenn man nämlich einen Stab, dessen Schwerpunkt etwa in seiner Mitte liegt, mit zwei Fingern oben so faßt, daß er sich drehen kann, so hat er ein stabiles Gleichgewicht, das er auch sofort einnimmt, ohne erst in anderen Richtungen zu schaukeln oder andere Drehbewegungen auszuführen. Er beschreibt hiebei den kürzesten aller denkbaren Wege. Bringt man ihn durch Drehen aus dieser Lage heraus, dann stellt er sich von selbst immer wieder auf dem kürzesten Wege in die gleiche Lage des optimalen Gleichgewichtes ein. Hier äußert sich *Zielstrebigkeit* zur Erreichung des Optimums, und das kleinste Kraftmaß liegt auf dem Wege dazu. Die *Schwerkraft,* die auch in diesem Beispiele wirkte, ist überhaupt nichts anderes, als eine Umschreibung des Gesetzes vom kleinsten Kraftmaß, was denn im allgemeinen viele Gesetze und Beschreibungen von Naturvorgängen mit ihr teilen.

Wenn sich irgendwo im Raume zwei Massenteilchen finden, üben sie aufeinander eine anziehende Kraft aus, die zwar proportional zum Produkt der Massen beider im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat ihrer Distanz steht. In dieser Gravitationsdefinition von *Newton,* welche aufgestellt wurde, um die Planetenbewegungen zu erklären, dann aber auf die ganze Astronomie und zuletzt auf die gesamte Physis übertragen wurde, ist eigentlich nichts als eine (noch dazu nicht ganz zureichende) Beschreibung der Tatsachen enthalten, und sie legt fest, daß diese rätselhafte Fernwirkung den kürzesten der möglichen Wege zwischen den Massenteilen beschreitet, also dem Ökonomiegesetz folgt.

Es sind demnach auch die zwei berühmt gewordenen *Newton*'schen Sätze, sowohl der Satz von der Trägheit, wie das sogenannte „zweite Prinzip", welches aussagt, daß die Kraft, die auf einen Körper wirkt, gemessen werde durch das Produkt aus seiner Masse und der Beschleunigung, wobei die Kraft immer in der *Richtung* wirke, welche die Beschleunigung hat, desgleichen nichts als Umschreibungen unseres Gesetzes. Der ohne Kräfte in Ruhe bleibende Körper, so selbstverständlich das auch scheinen mag, wendet tatsächlich das kleinste, in diesem Fall Null betragende Kraftmaß zur Änderung seiner Lage an. Der Begriff der *Vektoren* aber schließt den des kürzesten Weges, also wieder unser Gesetz ein. Wenn einer daher auf der Trambahn aus dem fahrenden Wagen springt und gewaltig hingeschleudert wird, dann erlebt er es am eigenen Leibe, daß seine Masse auf die ökonomischeste Weise ihren Platz behalten wollte. Die Trägheit ist der kürzeste Weg und das kleinste Kraftmaß.

Noch schlagender wird unser Gesetz offenbar im *Kräfteparallelogramm.* Die *Diagonale* ist stets der kürzeste Weg, wenn an einem Punkt zwei

Kräfte von verschiedener Richtung angreifen, ebenso ist die *Schwingungsdauer* der elastischen Schwingungen (vgl. Abb. 57) der günstigste unter den möglichen Fällen, und die *Parabel* eines Geschosses die Verwirklichung der kürzesten der möglichen Linien. Dasselbe gilt für die *Kreisbewegung* oder die Bahn der *zentrifugalen Kräfte.*

Die Gesetze der Vektoren beherrschen den *Strahlengang,* so wie die der harmonischen Bewegung den Gang der *Wellen,* von denen sich die Strahlen dadurch unterscheiden, daß sie Vorgänge sind, die sich schnell und geradlinig ausbreiten, weshalb, strenge genommen, die Optik gar nicht von Strahlen sprechen dürfte. Da aber das Sparsamkeitsgesetz sich in beiden Arten von Bewegung verwirklicht, ist der Unterschied der beiden für uns an dieser Stelle gegenstandslos. Wellen entstehen, wie bereits im Funktionskapitel (vgl. S. 15) ausgeführt ist, wenn durch eine Kraft das Gleichgewicht eines Punktes gestört wird und er sich nun eine neue Gleichgewichtslage sucht, nach Aufhebung der Kraft aber wieder zurückwandert. In beiden Fällen tut er dies auf dem kürzesten der möglichen Wege, also nach dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes.

Das Paradigma hierfür ist das schon erwähnte *Fermat'sche Prinzip der schnellsten Ankunft* (vgl. S. 65 und 71). *Der Lichtstrahl, der stets den kürzesten Weg nimmt, wenn er auch nicht der schnellste ist, zeugt so unwiderleglich für die Tatsache der Parsimoklise,* daß wir uns weitere Exemplifikationen aus dem Gebiete der Funktionen getrost sparen können.

Nicht anders steht es auch auf dem Gebiet der *Chemie.* Das Prinzip der *Maximalarbeit* (vgl. S. 62), das der französische Chemiker *Berthelot* für jede chemische Veränderung nachgewiesen hat, ist das Prinzip des größten thermochemischen Effektes, das natürlich wie jedes Maximalergebnis auch in den Satz größter Leistung bei kleinstem Energieaufwand umgebaut werden kann.

Der Bau der Kristalle ist durchgängig von dem Gesetz des Optimums und folgerichtig daher auch von dem des kleinsten Kraftmaßes bedingt. Schon ihre Entstehung aus Achsenkreuzen und Skeletten (vgl. das Bild der Schneekristalle, Abb. 31 in Bd. I) bedeutet die sparsamste Verwendung des Materiellen, und die bekannten drei Hauptgesetze, denen sie unterliegen, sind der Weg, um diese Ökonomie in der Raumausnutzung, denen auch die Anordnung der Partikel in den Raumgittern folgt, zu verwirklichen. Schon die Tatsache, daß nicht alle denkbaren, sondern nur bestimmte Raumgitter und Kristallformen verwirklicht sind, verweist unbestreitbar auf den Weg unserer Denkungsart, die in den Kristallen geradezu den Idealfall für ökonomische Raumerfüllung durch die verschiedenen Arten von Molekülen erblicken muß und als ihre Hauptstütze die Verwirklichung der Mathematik (Gesetz der rationalen Zahlen!) in den Kristallen ansieht. Damit paßt es sehr gut zusammen, daß der Kristall der Zustand molekularer Stabilität ist; solange die kristallinische Struktur intakt ist, bleibt auch der Kristall un-

veränderlich; er geht höchstens in andere kristallinische Seinsstufen über, so z. B. als Anpassung an den Wechsel der Temperatur in andere Temperaturformen (vgl. Bd. I S. 119). Erst muß der Kristallbau zerstört, also die optimale Anordnung der Partikel verlassen sein, bevor seine Materie in molekulare Wechselwirkungen eintritt.

Es ist nun selbstverständlich, daß das Prinzip des kürzesten Weges, nachdem es einmal durchgängig die Mechanik und damit den chemophysikalischen Prozeß bestimmt, auch in allen geologischen, geophysikalischen, meteorologischen, astronomischen und biologischen Beziehungen auffindbar sein muß. Es ist aber immerhin interessant, diese Erscheinungen trotzdem aufzusuchen, umsomehr als sie den betreffenden Wissenschaften meisthin gar nicht bewußt sind, für sie daher eine Art Entdeckung bedeuten, die zu weiterem Forschen und besserem Verständnis leiten wird. Handgreiflich meldet sich das Gesetz des geringsten Widerstandes da zunächst in den Tatsachen der *Erosion,* die uns schon so vielfach als treffliches Demonstrationsobjekt der Weltgesetzlichkeiten gedient hat.

Stets arbeitet die Erosion, und zwar Erosion in weitestem Sinne, also sowohl die Abschleifung durch das Wasser wie durch den Wind oder durch Eis, ebensogut durch das bewegte Wasser im Binnenland wie an der Meeresküste in der Richtung des kleinsten Kraftmaßes, wofür ich zunächst einmal das reichliche Bildermaterial der Abbildungen 98—101, dann aber auch Bild 10, 12, 51, 56—58 zu studieren bitte. Es ist höchst geeignet, um Anschaulichkeit zu verschaffen, wie die Gesetze der Funktion und Selektion, des Optimums und des kleinsten Kraftmaßes in der Natur ineinandergreifen und sich verknüpfen zum Wunderwerk des Seins.

Stets ist die Erosion in (vektoriell) senkrechter Richtung tätig, bei der Süßwasser- und Gletschererosion also gegen den Mittelpunkt der Erde zu, und sie ruht nicht einmal dann, wenn sie senkrechte Wände eingeschnitten hat, wie es in Bild 50 und 98, die den Kesselbergfall im bayerischen Hochland und eine benachbarte Klamm des Lainbaches darstellen, der Fall ist. Denn dann schreitet die Erosion, wie es namentlich auf Bild 50 instruktiv zu sehen ist, noch immer nach rückwärts und zerlegt die Felswand, an welcher der Bach arbeitet, in eine Reihe von Terrassen, die dann in einzelnen Fallstufen überwunden werden. Aus jedem Wasserfall wird so allmählich die *Stromschnelle.* Dort, wo der Wasserschwall die Felsenwand seitwärts trifft, ist seine Kraft wieder dem Gesetz des kürzesten Weges untertan, um tiefe Seitenhöhlungen auszunagen, wofür Abbildung 98 (Höhle über dem Wasserstrahl) Anschauung gewähren möge. Natürlich entstehen auf diese Weise auch in den Abflußrinnen der Gletscher (Abb. 99) senkrecht ausgekolkte Höhlungen (sogenannte Gletschertöpfe), namentlich, wenn darin durch die lebende Kraft des Wassers auch scheuernde Steine umhergetrieben werden, eine Erscheinung, die sich übrigens neuerdings auch an Flußläufen gezeigt hat, in denen sich Kolke von 30—50 m Tiefe fanden.



Abb. 98. Strudellöcher (Auskolkungen) durch die Kraft strömenden Wassers erzeugt
Motiv vom Lainbachfall bei Kochel in den bayerischen Alpen Originalaufnahme



Abb. 99. Die Arbeit des fließenden Wassers

Gletschertöpfe im Ötztal in Tirol. Originalaufnahme

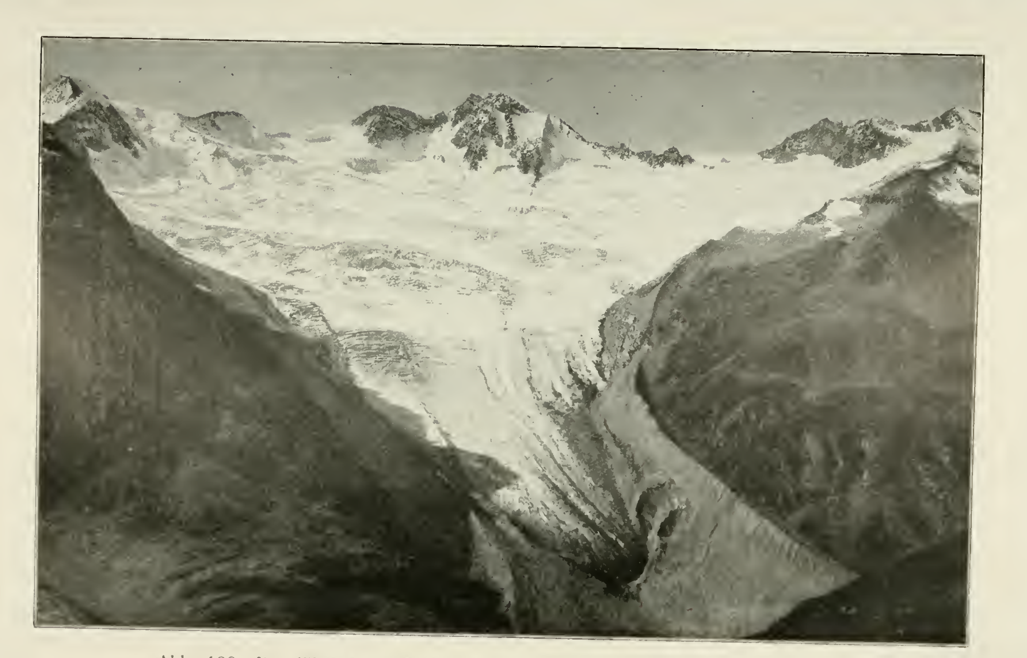


Abb. 100. Der Weg eines Gletschers und die Erscheinungen der Eisregionen
Anblick des großen Mösele mit dem Waxeggletscher in den Österreichischen Alpen



Abb. 101. Das kleinste Kraftmaß in der anorganischen Natur
Der Mäander eines Baches als der Weg des geringsten Widerstandes. Motiv aus einem Hochmoor im Schwarzwald. Originalaufnahme

Es bemißt sich nun der Ort dieser Tätigkeit je nach dem geringsten Widerstand, den das Gestein der Erosion gegenüber leistet, wodurch ja überhaupt die Reliefierung der Landschaft (man sehe sich daraufhin besonders Bild 53 und 55 an) zustande kommt. Wie oft sind Bergesgipfel, Grattürme, Klippen und andere aus dem Mittelgebirge emporragende Felsgebilde nichts anderes als die Zeugen der Gesteinssortierung nach den Härtegraden, selektiv vorgenommen durch die Erosion nach dem Prinzip des geringsten Widerstandes.

Es werden dadurch auch scheinbar dem Prinzip des kürzesten Weges so widerstreitende Naturformen geschaffen, wie der anmutige Mäander (Abb. 101), den alle Bäche und Flüsse der Ebene, gleich ihrem der Erscheinung den Namen gebenden kleinasiatischen Genossen bilden. *Der kürzeste Weg ist eben immer nur der kürzeste der möglichen Wege;* das darf in den Wirkungen unseres Gesetzes niemals vergessen werden! Der Fluß nagt sich überall dort durch, wo er den geringsten Widerstand findet, schlägt also den Verhältnissen gemäß jeweils den kürzesten Weg ein. Mag dieser, rein mechanisch genommen, auch noch so sehr als Kraftvergeudung erscheinen, so bedeutet er dennoch eine parsimokline Leistung. Genau nach gleichem Gesetz vollzieht sich das Abgleiten eines Gletschers an der Talwand (Abb. 100). Auch hier wird der Ort des geringsten Widerstandes gesucht; das härteste Gestein nur gerade angekritzt und poliert, wie das sehr schön an den Trichterwänden der Strudellöcher (Abb. 99) zu sehen ist, das weichere so ausgeschürft, daß dadurch Trogtäler nach Art des obersten Zemmgrundes in den Zillertaler Alpen (Abb. 100) entstehen, in dem das Waxeggkees nun seine charakteristischen Moränen ablagert. So wie die Erosion den Ort der Sättel, Mulden und Gipfel je nach dem Gesteinscharakter determiniert, so bestimmt die viel härter arbeitende Eiserosion die scharfen Hochgebirgsformen; sie spitzt die Gipfel dermaßen zu, wie das dem Bergsteiger von dem Karwendel-, Wetterstein- oder Kaisergebirge in Tirol geläufig ist, und modelliert die großen Wannen, die nach dem Abschmelzen der Gletscher übrig bleiben; sie rundet und poliert die „Rundlinge“ (Abb. 3 bis 5) und übertieft die Täler, in denen dann die harten Gesteinsmassen als Höcker am Talausgang in landschaftlich so reizvoller Weise übrigbleiben, daß sie, wie zu Salzburg, Kufstein, Sion oder Bellinzona in der Schweiz das Urteil *A. v. Humboldts* rechtfertigen, hier seien die schönsten Orte im gesamten Bereich der irdischen Schönheit.

Bekanntlich wirkt ja dabei nicht das Eis als solches, sondern der feine Schlamm und Grus seiner Grundmoräne, auf dem das Eisgewicht so lastet, wie die Hand des Tischlers auf dem Hobel, wobei das stete Frieren und Wiederauftauen den Felsgrund durch die Zermürbung vorbereitet. Wie stark diese mechanische Wirkung ist, wird durch die Angabe von *Heß* illustriert, daß die Gletscher dem Bergkamm in jedem Jahrhundert 1 bis 3 m von ihrer Höhe rauben.

Genau so wirkt auch die Erosion des fließenden Wassers nur durch die mitgeschleppten festen Bestandteile, wobei ja nur 1/3 der Niederschläge sich in lebendiger mechanischer Kraft auswirkt (1/3 bleibt Grundwasser, und der Rest aller Niederschläge wird im Gesteinsmantel der Erde chemisch gebunden). Dabei hat die Erosion drei Phasen von sehr verschiedenem Wirkungsgrad. Im Sammeltrichter wirkt das Wasser in der bislang betrachteten Weise einschneidend; im Tobel oder Hals des Laufes nur transportierend, im Tal dagegen sogar aufbauend in Sandbänken und Geröllmengen, die sich kegelförmig ausbreiten. In jeder Phase aber folgt das Wasser dem kürzesten Weg, so daß es unter Umständen auch auf jeden Weg verzichtet und sich dann im Unterlauf zu Sümpfen, sogar zu Seen und Lagunen (Deltabildungen) staut, aus denen es in vielen kleinen Armen seine kürzesten Auswege sucht. Es ist daher jedes *Flußnetz* eine Karte der Stellen des geringsten Widerstandes, die dabei so fein ausgearbeitet ist, daß Höhenunterschiede von minimalster Größe auf ihr schon sichtbar werden in der Verteilung der *Wasserscheiden.*

Genau nach gleichem Gesetz regeln sich aber auch die Druckunterschiede in der *Atmosphäre,* wobei Winde und Wolken in der mannigfaltigen Verteilung mit der gleichen untrüglichen Bestimmtheit den geraden Weg zum Orte des Minimums aufsuchen, wie ein Wasserlauf die tiefste Lage unter den möglichen, worauf ja übrigens die Anwendung der Libelle als *Wasserwage* beruht.

Auch im *Vulkanismus* liegt schönes Demonstrationsmaterial zugunsten unseres Gesetzes vor aller Augen. Stets entweichen die im Magma gebundenen Gase wie der Dampf aus einem Kessel an den Stellen des geringsten Widerstandes, wobei sie das Magma mitzureißen pflegen. Das nennt man dann Vulkanausbruch, dessen Intensität in dem Augenblick sinkt, in dem der Ausgleich zwischen innen und außen einzutreten beginnt.

Eine so zum Grundsatz alles physikalischen Geschehens gewordene Art von Beziehungsverkettung muß nun auch im lebendigen Getriebe nachweisbar sein. *Und so ist das ökonomische Prinzip sozusagen ganz selbstverständlich eine der obersten Maximen, die sich in allen physiologischen Prozessen erkennen läßt.* Längst hat die biologische Forschung sie darin auch erkannt, und es bedarf hier nicht erst des Nachweises, sondern bloß der Erinnerung und des Hervorhebens der auffälligsten solcher parsimoklinen Erscheinungen.

Im besonderen haben als erste Biologen, die dem Ökonomieprinzip des Lebens zielbewußt nachforschten, der Schweizer *S. Schwendener,* dann der österreichische Botaniker *G. Haberlandt* an den Pflanzen in großen Werken nachgewiesen[96]), daß diese zunächst in mechanischer Hinsicht die Anforderung größtmöglichster Festigkeit mit der einer möglichsten Sparsamkeit in der Verwendung von Mitteln zu vereinigen wissen. In einer unendlichen Variabilität werden von der Pflanze auf allen ihren Integrations-

stufen die Festigungseinrichtungen *(Stereome)* nach dem Prinzip der Sparsamkeit angelegt.

Das zeigt sich schon innerhalb der Zelle selbst. Als klassisches Beispiel dafür habe ich in meinen botanischen Schriften mehrfach die *Kieselalgenzelle* angeführt (vgl. Bd. I Abb. 65, auch Bd. II Abb. 118), welche in ihrem edaphischen Leben darauf angewiesen ist, unter Umständen einem großen Druck zu widerstehen, daher der Festigungseinrichtung bedarf. Deshalb wird in der Membran Kieselsäure ausgeschieden. Es bleiben aber durchwegs die überflüssigen Stellen davon frei, es werden aus der Wand gewissermaßen die Füllungen herausgenommen und nur jene Verspannungslinien mit festem Material ausgearbeitet, die „gleiche mechanische Leistung bei größter Materialersparnis" gewährleisten.

Das gleiche sieht man auch im Zellverband an jenen Zellen, die als „*Stereïden*" tätig sind. Man werfe einen Blick auf den anatomischen Bau von Tannennadeln, Gefäßen, Stämmen und von Fichtenholz, wie sie in Abb. 31 sowie 102, 103, 105 dargestellt sind. Vom Feinsten bis zum Gröbsten wird man darin stets das Prinzip der Ökonomie im Bau (beste Leistung mit geringsten Mitteln) entdecken und es in hundert kleinen Zügen bestätigt finden in dem Maße, in dem man sich selbständig in die Bilder vertieft. Mit größter Gewissenhaftigkeit hat man Jahrzehnte hindurch die verschiedenen Arten von Wandverstärkungen in den Pflanzengefäßen (Abb. 31) beschrieben und unterschieden, ohne ihren Sinn zu kennen. Mit den „*Riefen*" und sogenannten Schalenzeichnungen der Diatomaceen und anderer Einzeller (vgl. Abb. 117 und 23) geschieht dies noch heute; sie werden mit größtem Fleiß beschrieben und untersucht, um systematische Merkmale zur Unterscheidung aus ihnen zu gewinnen. Die Windeln werden also erzogen, das Kind, ihr eigentlicher Sinn wird völlig übersehen. Noch jetzt fehlt es auch in bezug der pflanzlichen Zellwandstrukturen an einem vergleichenden Studium, welche Vorteile in materialökonomischer Hinsicht den einzelnen Bautypen, also den spiraligen, ringförmigen und sonstigen Arten von Verdickung zukommen. Der Bau des Holzes, in den Bild 103 einen überraschend lehrreichen Blick tun läßt, ist in dieser Hinsicht ein wohlabgewogenes System der verschiedensten Zelltypen, deren Form stets aus der Harmonie zweier Faktoren, nämlich der jeweiligen Funktion und dem Prinzip der Ökonomie in der Materialverwertung verstanden werden kann, eine Arbeit, die, nebenbei erwähnt, noch gar nicht in Angriff genommen worden ist. Das reicht von den feinsten Struktureigentümlichkeiten bis zu den ganz großen Zügen der Organisation. Als Beweis dafür lege ich in Bild 102 den Querschnitt eines dreijährigen Ästchens der Eibe *(Taxus baccata)* vor. Auch darin redet das Ökonomieprinzip ganz unverkennbar. Die Nadelhölzer haben keine besonderen Stereome, wie das Holz der Laubbäume oder die Halme der Gräser und Stämme der Palmen, sondern ihr Holzteil ist als Ganzes die Stütze und in gewisser Weise als Stereom eingerichtet. Als

solches stellt er im gegebenen Fall eine Röhre dar, was bekanntlich die günstigste Form ist, um mit kleinstem Materialaufwand die größtmöglichste Festigkeit zu erreichen. Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist dagegen die Borke wieder nur ein Agglomerat luftgefüllter, toter Zellen; sie haben eben nicht zu stützen, also wird ihnen nur wenig Baustoff zugemessen.

Und in dem Querschnitt einer Fichtennadel (Abb. 105) kann man alles Gesagte nochmals in instruktivster Weise rekapitulieren. Die Festigungselemente sind da als verdickte Zellen in einem Längsstrang in das Zentrum verlegt; ganz fein abgewogen sind aber noch einzelne Stränge von Sklerenchymzellen eingeschoben; die Schutzscheide des Gefäßbündels ist einigermaßen verstärkt, und um die Harzgänge an der Peripherie jeweils ein Mantel von verstärkten Zellen gelegt. Auch unter die Epidermis, die doch großen Anforderungen an mechanischer Beanspruchung genügen soll, ist eine Schichte von Stützzellen eingeschoben. Schon diese komplizierte Architektur verrät es, wie wohlabgewogen ein solcher Bau sein muß, in dem von Fall zu Fall entschieden ist, wo Festigungsgewebe eingelegt werden müssen und wo nicht.

Genau so wenden auch die Miniaturbäumchen der Moose wieder auf ihre Weise die mechanischen Prinzipien der großen Bäume an. Wer sich in den sehr instruktiven Längsschnitt eines solchen Moospflänzchens (Abb. 64) vertieft, kann daran raffinierte Anwendungen des Sparsamkeitsgesetzes finden. Überall sind Festigungszellen nur dort angebracht, wo die Funktion es fordert, so in dem „Pflaster", auf dem die schweren Krüglein der Archegonien stehen, und in dem zentralen Strang längsgerichteter Zellen, der zugleich der Wasserleitung dient; oft sind sogar in ausgesuchter Weise einzelne Festigungszellen in ganz lockeren Geweben eingestreut, genau so viel, als die Belastung erfordert. Sogar in den Pilzen verflechten sich die Fäden zu Marksträngen, wenn es das Bedürfnis heischt, und so sind im ganzen Pflanzenreich *Skelettbildungen* vorhanden, die, wie *Haberlandt* nachgewiesen hat, ebenso frühzeitig angelegt werden wie im Körper der Tiere, wo — man sehe sich die Abbildung des Skeletts des Menschen und der Menschenaffen im folgenden Kapitel darauf hin an — aufs feinste ausbalanciert, die Materialvergeudung nirgends auch nur mit einem Quentchen Knochensubstanz Verschwendung treibt.

Es ist natürlich, wie man bemerkt haben wird, das unerschöpfliche Gebiet der *Biotechnik*, auf dem sich das Prinzip der Material- und Funktionsersparnis auswirkt. Alle organischen Maschinen, seien das nun die Traggerüste bei Pflanze und Tier oder die Bewegungsmechanismen, die Werkzeugmaschinen der Tiere oder die Schwimm- und Flugapparate, sind gerade auf das hin in einer Weise selektiert, daß sie der nachahmenden menschlichen Technik immer wieder noch als Beispiel dienen können.

Um nur einen Beleg für viele herauszugreifen, so sei an die Muskulatur der *Insektenbeine* erinnert. Es gibt wenige Organe des Tierkörpers,

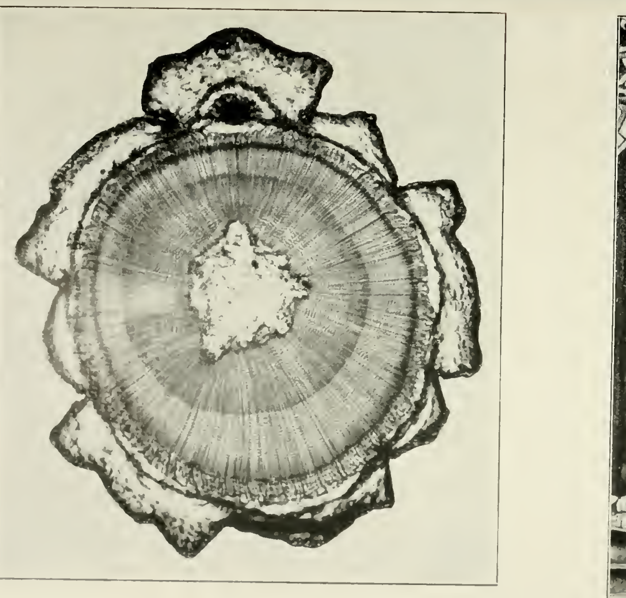


Abb. 102. Der grobe Bau des Coniferenstammes
Querschnitt durch ein 3jähriges Ästchen der Eibe (Taxus), das die Arbeitsteilung im großen in Mark, Holz, Rinde und Borke erkennen läßt. Schwach vergrößert

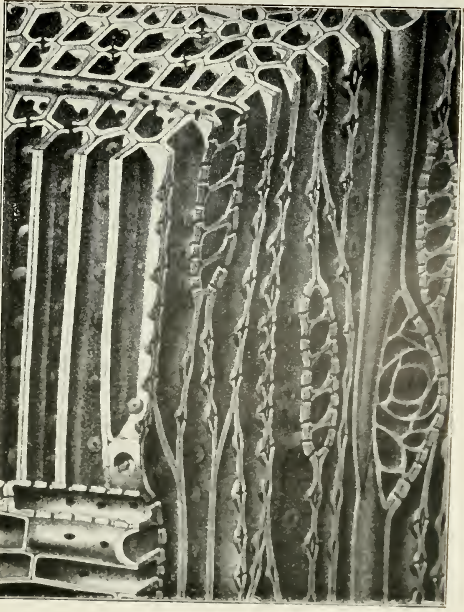


Abb. 103. Die innere Architektur des Coniferenholzes als Beleg des Ökonomiegesetzes im kleinsten Raume
Aus den Zellwänden sind so viel „Füllungen" herausgenommen, als es erlaubt ist, ohne die statische Leistung zu beeinträchtigen. Vergrößert. Nach Hegi



Abb. 104. Die Anpassungen eines Kerftieres

Menschliche Filzlaus (Phthyrius inguinalis) mit ihren spezifisch als Klammerorganen umgebildeten zwei Beinpaaren. Schwach vergrößerte Originalmikroaufnahme des biologischen Instituts München

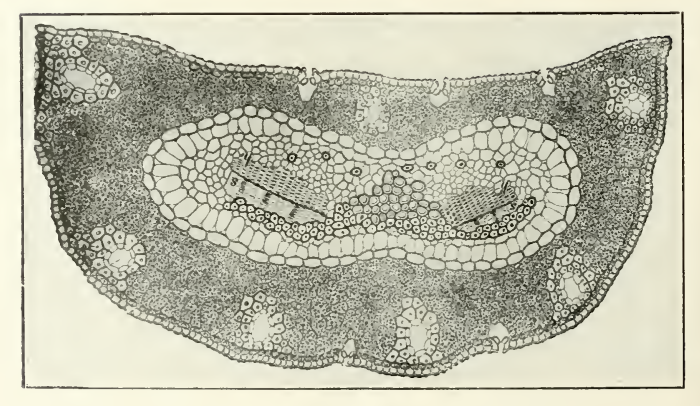


Abb. 105. Querschnitt durch eine Fichtennadel

Die Anordnung der Zellen und aller Organe verwirklicht das Ökonomiegesetz nach Art des Taylorsystems durch eine musterhafte Arbeitsteilung. Die Gefäße (s) sind in einem Bündel zusammengefaßt, die nötigen Versteifungen sind auf bestimmte sichelförmige Trajektorien beschränkt, das Assimilationsgewebe ist ein Muster von Raumökonomie, um eine assimilatorische Maximalleistung zu ermöglichen. Vergrößert. Nach Tschirch

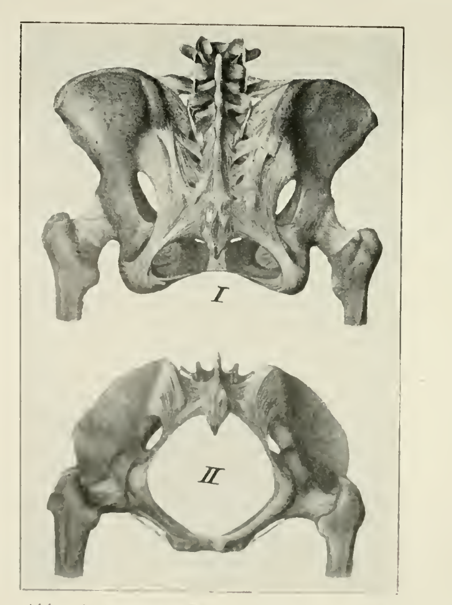


Abb. 106. Das Ökonomiegesetz in der menschlichen Anatomie

Die Bänder und Gelenke des Beckengürtels der Frau von hinten (I) und unten (II). Die Steißwirbel sind durch ein kompliziertes System von Bändern unter sich und mit dem Darmbein, Hüftbein und Kreuzbein verbunden, das geradezu als Muster technisch ökonomischer Gestaltung gelten kann. Verkleinert. Nach Sobotta: Atlas zur deskriptiven Anatomie

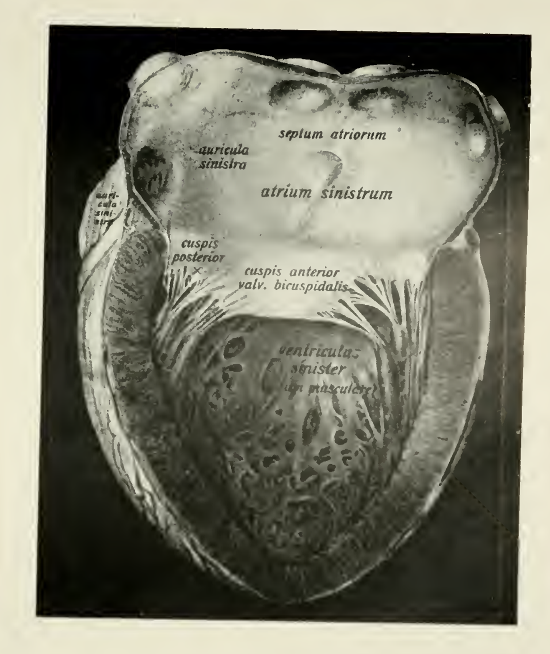


Abb. 107. Längsschnitt des menschlichen Herzens mit der zweizipfeligen Herzklappe (valvula bicuspidalis) und Einblick in das Geflecht des Herzmuskels (Myocard)

Beide realisieren nur die notwendigen Zug- und Drucklinien ihrer Funktionen. Verkleinert. Nach Sobotta



Abb. 108. Die Verteilung der Ableitungswege nach dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes

Naturselbstdruck des Biologischen Instituts München

die zu einer so mannigfaltigen und ausdauernden Tätigkeit befähigt sind, wie gerade das Insektenbein, das darin trotz seiner scheinbaren Steifheit und seinem Chitinpanzer der menschlichen Hand nahe kommt. Es läuft mit unerhörter Behendigkeit als Bein der Sandlaufkäfer, es gräbt am Leib der Maulwurfsgrille gleich einer Schaufel, es schleppt Lasten, die das Gewicht des Körpers um ein Vielfaches übertreffen, wenn die Sandwespe eine Raupe in ihre Höhle schleift oder die Ameisen etwas in ihren Bau eintragen; es rudert als Bein des Gelbrandschwimmkäfers, es baut komplizierte Gehäuse als Bein der Köcherfliegenlarven (vgl. Abb. 49), es vollführt wahrhaft technische Kunststücke, wenn die *Pronubamotte* den Pollen der *Yucca*-Palmlilie knetet und die künstliche Befruchtung vollzieht. Und doch, von welch einfachster Gliederung ist es innen und außen aufgebaut! Schon die Zerteilung in einige wenige Röhrenstücke, die durch Scharniergelenke gegeneinander beweglich sind, ist ein Meisterstück. Und innerhalb der Röhren sind so wenig Zustränge von Muskeln angebracht, daß man hier geradezu ein hysteron proteron für das kleinste Kraftmaß im Tierkörper vor sich hat. Vor allem liegen sämtliche Beinmuskeln der Insekten in einer Ebene (mit Ausnahme des Muskels zwischen Schenkelring und Oberschenkel, der zum Pronieren [Einwärtsdrehen] des Schenkels dient), können also nur strecken oder beugen. Aber auch dazu gibt es nur zwei Strekker, und schon das Fußglied und die Krallen können sich nur durch ihre allerdings wie Sprungfedern wirkenden Gelenkhäute strecken. Auch von den Beugemuskeln gibt es nur vier, und dort, wo sie in dem so engen Unterschenkel keinen Platz mehr haben, dünne, aber kräftige Zugschnüre, die an der Wurzel der Kralle mit einer federnden Platte enden, sodaß dadurch in den Tarsen ein besonderer Muskel zum Wiederausstrecken erspart wird. Das Ganze ist eine Maschinerie von höchster Sparsamkeit bei maximalen Leistungen (vgl. Abb. 104).

Ganz unübertrefflich ist in dieser Hinsicht die Betriebsführung und das Zusammenarbeiten der Zellen in den Geweben und Organen organisiert. Vor allem ist durchgängig das Prinzip der *Arbeitsteilung* durchgeführt. An die Knochen schließen sich überall Bänder der verschiedensten Form an (Abb. 106); jedes in seine einzelnen Sonderstränge gegliedert, in einem wunderbar zusammenarbeitenden System, das namentlich dem menschlichen Rücken und der Kreuzgegend eine Beweglichkeit und Elastizität verleiht, ohne die die tausendfältige Anmut des Tanzes ebenso undenkbar wäre, wie die Gelenkigkeit der Turner und Bergsteiger. Muskeln und Bänder arbeiten so zusammen wie Knochen und Gelenke gegenseitig oder der Herzmuskel mit seinem System von Klappen (Abb. 107), die eigentlich nur bindegewebige Häute von lockerster Architektur sind. Knochen, Gelenke, Sehnen, Muskeln und Bindegewebe aber wirken wieder zusammen bei jeder Bewegung, sie unterstützen sich gegenseitig, so wie sich wieder in den inneren Organen die Drüsenzellen mit den Bindegeweben (man sehe das Bild der

Niere in Bd. I auf Abb. 90 nach) vereinigen; sie alle aber werden durch die Blutgefäße und die Nerven neuerdings verknüpft und zu Arbeitsteilungen höherer Art gezwungen, sodaß im Organismus tatsächlich eine „Organisation“ von Arbeitern vorliegt, in der jeder einzelne in Hinsicht auf jedem anderen arbeitet und unentbehrlich ist. Es gibt denn auch nicht einen einzigen „Supernumerären“ in dieser Staatsverwaltung, die dadurch höchste wirtschaftliche Leistung mit dem geringsten Energieverbrauch erreicht.

Wo im einzelnen ein scheinbares Luxieren und eine oft unglaubliche Reichhaltigkeit der Formgestaltung den Betrachter verwirrt, wie z. B. im Bau der Nervenzellen (Abb. 109), da ist das Sparsamkeitsprinzip noch immer nicht durchbrochen, denn gerade diese *Neuronen* sind, wie man seit den klassischen Forschungen des Spaniers *Ramon y Cajal* weiß, die Zellen des Tierkörpers, welche die vielfältigste Funktion, nämlich Speicherung und Verknüpfung der Erlebnisse ausführen. Es ist an ihnen kein Büschelchen, dem nicht ein wohlgerüttelt Maß von Tätigkeit zukäme, und sie sind in ihrer Art ebenso notwendige Funktionsformen wie alle übrigen Zellen des Körpers auch.

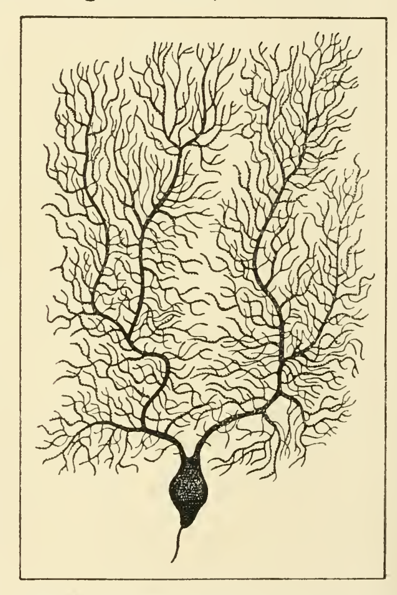


Abb. 109. Das kleinste Kraftmaß in der menschlichen Histologie. Bild einer Purkinje'schen Zelle aus dem Kleinhirn des Menschen, das trotz seiner scheinbar luxurierend reichen Ausbildung dennoch nur die notwendigen Büschelungen enthält, um den enorm komplizierten Funktionen der „Denkzellen“ gerecht werden zu können. 190 fach vergrößert. (Nach Sobottas Lehrbuch der Histologie.)

Was im Tierleben recht, ist dem Pflanzenorganismus nur billig. Auch hier ist ein in seiner Art nicht weniger verwickeltes Zusammenarbeiten der Elemente vorhanden, eine Durchgliederung der Arbeiter in Gruppen, eine Auflösung der Tätigkeiten und Teilarbeiten in besonderen Werkabteilungen und von solcher Planmäßigkeit, daß gerade die Pflanze darin noch ein lehrreicheres und übersichtlicheres Vorbild für rationellste Arbeitsleistung gewährt, denn der Tierkörper.

Auf der Abbildung 108 ist nur eine einzige Organgruppe, es sind nämlich die Einrichtungen der Ab- und Zuleitung, dargestellt an einem der bekannten prachtvollen Naturselbstdrucke von Blättern, die vollkommen getreu die einfach optimale Drainage der Blattspreite durch das Netz der Blattadern wiedergeben. Man kann kein

vollkommeneres System ersinnen, um ein bestimmtes Territorium auf dem kürzesten Wege mit Verkehrslinien gleichmäßig zu durchziehen, die nach und nach in einen Hauptweg münden. In fünf Rangstufen von Blattadern wird ein solches Blatt so vollendet durchstickt, daß keine einzige Zelle seiner Fläche übrig bleiben mag, die nicht ihren Zuleitungs- und Ableitungskanal besäße, um so mehr als ja die blattgrünführenden Zellen sich ohnedies zu mehreren zu verbinden und in eine „Trichterzelle" zu münden pflegen, die dann Anschluß an die Verkehrswege hat. Ein Städtebaumeister oder ein Landwirt, der sich ein optimales Bild machen will, wie man eine bestimmte Fläche kanalisiert oder gleichmäßig entwässert, wird dieses Bild mit größtem Nutzen studieren.

Ein anderes Beispiel von ähnlichem belehrenden Wert mag das Denken im Betrachten der Bilder 110, 111 beschäftigen. Beide stellen sogenannte *Xerophyten*, das erstere eine Gruppe blühender Hauswurze *(Sempervivum tectorum)*, das letztere die Kaktee *Ariocarpus retusus Schneider* dar. Beides sind Beispiele, wie vollendet die Anpassung mit dem Gesetz von der geringsten Kraftentfaltung zu hausen versteht.

Die an Trockenheit angepaßten Gewächse müssen notgedrungen sich auf die kleinste Transpirationsoberfläche beschränken, bei der noch die nötige Menge von Assimilaten erzeugt werden kann. Sie erreichen das durch Reduktion der Blattoberflächen bis zum völligen Verschwinden derselben, wobei dann oft die Zweige und Stämme selbst die photochemischen Tätigkeiten übernehmen. Die Wüsten aller Länder sind reich an solchen blattlosen Gewächsen (vgl. dazu Abb. 68). Bei diesem Bestreben geraten notwendigerweise zwei einander entgegengesetzte Tendenzen in Kampf. Die Assimilation fordert, daß die Blattfläche möglichst umfangreich sei, um daran möglichst viele der Lichtkraftmaschinen (vgl. Abb. 34) aufstellen zu können, der Wasserhaushalt dagegen verlangt gebieterisch, daß diese gleiche Fläche nach Tunlichkeit eingeschränkt werde, damit nicht zu viel Wasser verdunste. Den Ausgleich beider Notwendigkeiten findet die Pflanze durch die Anwendung des kleinsten Flächenmaßes bei möglichst intensiver Funktion. Es ist demnach begreiflich, wenn die Blätter nicht flach, sondern fleischig, d. h. dreidimensional gestaltet sind, wie das namentlich die Hauswurz, aber auch viele der Kakteen (Melonenkaktus!) bekannt gemacht haben. Das zweite Mittel ist die rosettenförmige Anordnung, wie sie besonders bei dem von oben aufgenommenen Bild des *Ariocarpus* sinnenfällig wird. In idealer Weise wird dadurch der Assimilationsraum ausgenutzt, der Transpirationsraum beschränkt, die Funktion auf dem Wege ökonomischester Gestaltung erreicht. Sehr hübsch ist es, dabei zu sehen, wie das Lebendige aber alle diese Gesetze beherrscht. Denn die Notwendigkeiten der Fortpflanzung heben die Rosettenform und ganze Gestaltungsökonomie auf (Abb. 110). Die blühende Hauswurz erhebt ihre Blüte hoch und frei — die Interessen der Fortpflanzung (man vergleiche dazu das über die Fort-

16*

pflanzung auf S. 176 Gesagte) lassen die des Individuums zurücktreten, allerdings auch nur wieder in dem Maße, daß der Zweck bei kleinster Aufopferung erreicht wird.

In solchen Formen vollzieht sich das Gesetz der Parsimoklise im Reiche des Lebens. Die gesamte Physiologie und damit auch die Biotechnik steht unter seinem Einfluß. *Daher muß auch die Technik des Menschen, will sie zu wirklich haltbaren Gebilden fortschreiten, das Gesetz des kleinsten Kraftmaßes an die Spitze ihrer Bestrebungen stellen.* Und das gilt für jede Art von Technik, keineswegs für die der Maschinen allein.

Die Geschichte der Erfindung ist voll von Beweismaterial für diesen Satz. Denn bei der naturwidrigen Richtung, welche die Technik lange Zeit eingeschlagen hatte, ist sie genau so wie die Naturprodukte, nicht durch die telokline Selektion des Verstandes, sondern durch die rein mechanische Ausmerzung des nicht Haltbaren, erst allmählich zu der Notwendigkeit gedrängt worden, wenigstens an den Maschinen das Überflüssige an Formgestaltung und gar erst an Funktion wegzulassen. In den großen europäischen Sammlungen zur Geschichte der Technik findet man aus vergangenen Jahren noch wunderlich genug anmutende Instrumente und Maschinen, die selbst den modischen Schnörkel und das dekorative Ornament nicht vermissen lassen. So existiert z. B. ein englisches Patent (Nr. 3761 vom 29. Nov. 1813 für John Cragg)[97]), in dem an Maschinen Verzierungen in gotischem Stil dem Erfinder geschützt sind. Im Deutschen Museum zu München wird ein absonderlicher Zeuge dieser Denkungsart aufbewahrt, nämlich eine stehende Dampfmaschine, die in ein Tempelchen mit dorischen Säulen aus Eisen eingebaut ist. Auch erinnere ich mich im Conservatoire des arts et metiérs zu Paris Mikroskope aus dem Rokoko gesehen zu haben, deren Stative Amoretten darstellten. In der schönen Sammlung solcher alter Instrumente, die man zu München im Deutschen Museum hütet, und der die Figuren der Abbildung 112 entstammen, kann man den Wellenschlag organischer und ephemerer Konstruktionen sehr wohl studieren. Wie sachlich wirkt das erste Mikroskop des *Leeuwenhoek* (Fig. 1) trotz seiner elenden Linse und sonstigen technischen Unvollkommenheit, desgleichen das Nürnberger Pappmikroskop (Fig. 3) trotz der gedrechselten Beine, wie lächerlich kokett und ernster Arbeit widerstreitend, trotz seiner relativen technischen Leistungsfähigkeit, aber das Rokokolupenbesteck (Fig. 2).

Das sind Formen, welche wenigstens die Maschinentechnik heute völlig abgestreift hat. *Wie ungemein sachlich, gleichsam als eine Verkörperung des Gesetzes vom kleinsten Kraftmaß steht doch eine moderne Schnellzugslokomotive oder eine Dynamomaschine vor uns,* und selbst wenn es der Verstand nicht weiß, so wird ihr Beschauer es schon durch das Gefühl inne, daß diesen Dingen Schönheit, eine Vollendung innewohnt, die eben auf dem Optimum ihrer Funktionsform beruht.



Abb. 110. Gruppe von blühenden Hauswurzen (Sempervirum Tectorum) als Beleg, wie die Fortpflanzung die Ökonomieanpassungen (Xerophiler Habitus, Rosettenbildung) aufhebt



Abb. 111. Die Kakteenart Ariocarpus retusus Scheiden

Beispiel ausgesprochener Reduktion und Verteilung des Assimilationsapparates nach dem Gesetz maximaler Leistung mit kleinsten Mitteln. Originalaufnahme von F. Nissen in Lauenburg

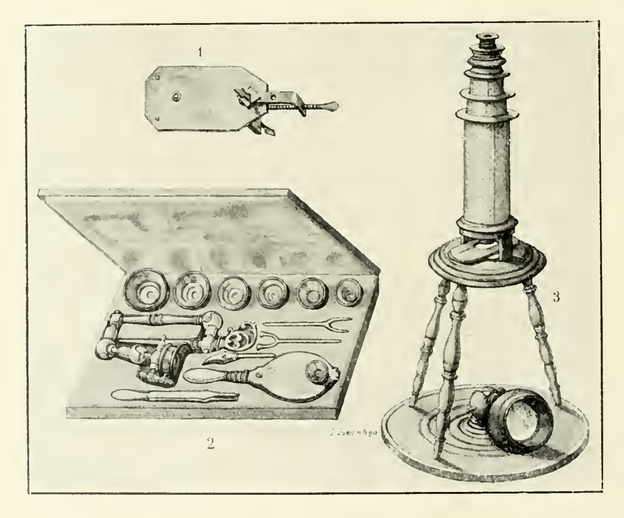


Abb. 112. Das Ökonomiegesetz in der menschlichen Technik

Alte Mikroskope als Beispiele technischer und spielerischer Formgestaltung. 1. Das Mikroskop von Leeuwenhock aus dem XVII. Jahrhundert, ein Beispiel parsimokliner, aber unvollkommener Gestaltung. Als Gegenbeispiel dient Figur 2 (Rokokolupenbestecke), das trotz technisch hoher Leistungen (Kugelgelenke) das Gesetz der richtigen Formengebung verletzt. Figur 3, ein Nürnberger Pappmikroskop, ist ein Versuch harmonischer Gestaltung (zweckmäßig und hübsch). Aus dem deutschen Museum zu München

Im gleichen Moment gehen wohl aber auch sämtlichen meiner Leser die Augen dafür auf, wie himmelweit noch alle anderen Techniken: Kunstgewerbe, Architektur, gar nicht zu reden von den Künsten, von diesem Ideal des kleinsten Kraftmaßes, das doch in jedem Naturgegenstand verwirklicht ist, entfernt sind! Noch stehen ja alle Bürgerstuben voll von Erzeugnissen einer solchen in den übelsten „Stilen“ und „Zieraten“ schwelgenden Möbelschreinerei, noch produziert eine Andenken- und Fremdenindustrie wahre Monstra solcher Sinnwidrigkeiten, unglaublich, wenn man einmal viele derartige Dinge beisammensieht, wie in der „ästhetischen Folterkammer“, die das Kunstgewerbemuseum zu Stuttgart höchst lehrreicherweise zusammengestellt hat.

Wohl ist endlich namhaften Führern des Kunstgewerbes, namentlich der Werkkunstbewegung, das Gesetz des Sinngemäßen und Zweckgerechten in der Formengestaltung aufgegangen, das auch das des kleinsten Kraftmaßes in sich schließt, auch ist nach langem Suchen und Ringen die Architektur auf dem Wege, Bauformen zu gestalten, die endlich dem inneren Sinn ihres Daseinszweckes gemäß sind.*) Aber das sind erst Ansätze, und noch sind Kleidung, Hausrat, Gerät, das ganze Gehäuse des Alltags, die Art, Feste zu feiern, ein Tummelplatz der Unkultur, vor dessen Sinnwidrigkeit und Stillosigkeit man erschrickt, wenn man erst einmal im Lichte der objektiven Denkungsart die leuchtenden Möglichkeiten eines wirklich organischen Lebens erblickt hat. Es ist für den Menschen der Gegenwart kennzeichnend, daß nur überall dort, wo Technik und kaufmännisches Denken sein Tun bestimmen, in seinen Leistungen das Gesetz des kleinsten Kraftmaßes an herrschender Stelle steht. (Man mißverstehe mich nicht: dieses Gesetz allein bestimmt noch keineswegs den Begriff des Kulturellen und Schönen, sondern ist nur eine seiner allerdings unentbehrlichen Voraussetzungen.) Im Verkehrswesen, im Straßen- und Bahnbau, in der Organisation von Wasserwerken, Kriegsschiffen, Flugzeugen, Hafenanlagen oder Handelshäusern, da ist unser Gesetz eine bis zur Unbewußtheit selbstverständlich gewordene, unentbehrliche Voraussetzung. Und man würde den Ingenieur an dem Tage seines Dienstes entheben, an dem er ernstlich vorschlüge, eine Bahnlinie anders denn nach den Prinzipien der Ökonomie zu trassieren. Es ist das erste Problem des technischen Denkens geworden, daß eine technische Einrichtung nicht nur ihren Zweck erfüllt, sondern dieses Ziel auch auf dem ökonomischesten Wege erreiche.

Die Beharrlichkeit, mit der der tägliche Verkehr über Stadtgebiet und Land überall, oft genug im Widerstreit zu den Rechten einzelner sich seine „kürzesten Wege“ als „Abschneider“ verschafft, ist ein Symbol dieser

*) Prachtvolle Zeugnisse dieser neuen Architektur sind z. B. die Anlage des Waldfriedhofes und die neue Anatomie zu München (abgebildet in München, Lebensgesetze einer Stadt), auch der Lübecker Ehrenfriedhof, der neue Hauptbahnhof zu Leipzig usw., so wie die gotischen Dome Beispiele für sie in vergangenen Zeiten waren.

inneren Notwendigkeit, die das Leben allem gegenüber empfindet, was in seinen Kreis tritt und ihm Reibung bereitet. Die Worte, mit denen *R. Avenarius,* der Begründer des *Empiriokritizismus,* seine erste grundlegende Schrift einleitete, sind hierfür wahrhaft klassisch: „Die Seele verwendet zu einer Apperzeption nicht mehr Kraft als nötig, — sagt er — und sie gibt bei einer Mehrheit möglicher Apperzeptionen derjenigen den Vorzug, welche die gleiche Leistung mit einem geringeren Kraftaufwand, beziehungsweise mit dem gleichen Kraftaufwand eine größere Leistung ausführt.“ [98]) Aus dieser Erkenntnis heraus ist denn auch *Avenarius* seine ganze Philosophie der reinen Erfahrung organisch und notwendigerweise zugewachsen, die mit Erfolg im gesamten Umkreis des Denkens und seelischen Gestaltens, in der *Gewohnheit,* in der *Sprache,* in der Wissenschaft, in der Philosophie selbst nur ein kraftsparendes Streben des Erlebens sehen lehrte und so zu einem mächtigen und erfolgreichen Vorläufer unserer Denkweise geworden ist, den wir nicht mehr missen mögen, der uns aber hier auch der Aufgabe enthebt, diese Fundamente des Ökonomiegesetzes im Walten des Menschengeistes erst noch zu zimmern.

Avenarius hat recht, wenn er Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes faßt und ihr die Aufgabe zuweist, die Gesamtheit des in der Erfahrung Gegebenen wissenschaftlich durchzuorganisieren, worin er sich ja mit *E. Mach* begegnet. Als Ideal dieser Lösung muß einer solchen Philosophie gemäß unserem Gesetz die letzte begriffliche Einheit der Welt (das, was wir *Bios* nennen) vorschweben; der von ihr geforderte *methodologische Monismus* (in der Sprache von *H. Driesch:* Ordnungsmonistisches Ideal) erscheint daher von diesem Gesichtspunkt aus als Notwendigkeit, zu der die Menschheit immer wieder zurückkehren wird, so oft sie ihn verläßt, weil er auf einem der Weltgesetze beruht. Genau dasselbe gilt für den von der Wissenschaftslehre unbedingt anerkannten „*Grundsatz der einfachsten Erklärung*“, der sich auch immer in allem Wissenschaftsstreben durchringt. In diesen Formen äußert sich das Ökonomiegesetz im geistigen Leben und hat die klassischen Wissenschaftsgrundlagen, sowohl die berühmte *Kirchhoff*'sche Formulierung von 1874 der „vollständigen einfachsten Beschreibung“, die letzten Endes auf *Adam Smith,* den englischen Volkswirtschaftler, und sogar auf *Newton* zurückgeht, wie die nun ebenso berühmt werdende Formel von *E. Mach* von der ökonomischen Darstellung des Tatsächlichen (Ökonomie des Denkens, von 1871 bis 1883) vollständig durchsickert. Sie ist zum gesicherten Besitzstande des menschlichen Denkens überhaupt geworden.

Ich scheue mich fast, solche Zergliederungen hier vorzulegen, so sehr erscheinen sie mir so wie alle diese Gesetze von Optimum, Integration, Selektion, Ökonomie und Harmonie als Selbstverständlichkeiten; allerdings derart, wie es auch *Mach* meint, wenn er sagt: „Solche Selbstverständlichkeiten waren es immer, auf welche die Wissenschaft ihren Bau sicher

gründen konnte.“[99]) Daher wird es denn doch nicht überflüssig sein, ausdrücklich hier zu konstatieren, daß sowohl jede Art von *Teleologie* wie auch jede *Mathematik* nichts anderes ist, als die Anbahnung und im letzteren Fall die strikte Durchführung des Satzes vom kleinsten Kraftmaß in der Regelung von Beziehungen. *Das Ideal von Zweckmäßigkeit ist der geringste energetische und materielle Aufwand, also das Minimum an Mitteln, durch das ein bestimmter Zweck erreicht werden kann.* Jeder Vorgang kann daher nur dann als bestmöglichst bezeichnet werden, wenn er parsimoklin ist. *Die Parsimoklise ist ein ausschlaggebendes Merkmal des Zweckmäßigen.* So wie auch alle Zweckmäßigkeitsannahmen das Optimumgesetz anerkennen.

Es ist daher das Teleologiegebiet, namentlich die Zweckmäßigkeitslehre der Organismen: Anpassungen, Regulationen und Regenerationen das klassische Feld der Untersuchung ökonomischen Geschehens. Wenn in *Roux's* bekanntem Experiment, im künstlichen, aus Paraffin und Gummi hergestellten Knochen sich auf Funktion hin ein Bild der Linien stärksten Druckes und Zuges ausbildete, das mit der Trajektorienanordnung eines in gleicher Weise beanspruchten Knochens übereinstimmte, so war damit nicht nur die hervorragende Zweckmäßigkeit dieses Anordnungssystems als mechanisches Grundgesetz, sondern auch die Tatsache erwiesen, daß jede Funktion weltgesetzlich nach den Linien des geringsten Widerstandes verläuft. Und da nun alle Funktionsformen, in weiterem Sinne alle Naturformen die Restgestaltung nach Überwindung des Widerstandes sind, also der Funktion nur mehr ein Minimum an Widerstand entgegensetzen, ist schon dadurch das Ökonomieprinzip zum Weltgesetz erhoben.

Das Denken, dieser teleologische Prozeß kat exochen, und sein Organ: das Gehirn ist die Verwirklichung der Sparsamkeit, wie *Avenarius* mit aller Schärfe nachgewiesen hat. Assoziationsfasern und Nerven sind die Verkörperung des Begriffes: kürzester Weg unter den möglichen. Empfinden und Vorstellen, Denken und Handeln streben immer nach dem kürzesten Wege; das Ziel der organischen Funktionen ist in den meisten Fällen überhaupt nichts anderes, als diese Funktion mit dem Minimum an Widerstand auf dem kürzesten Wege bei geringstem Energieverbrauch durchzuführen. Keinem anderen Zweck dient die *Mechanisierung* der *Handlungen.* Wiederholung und *Gewohnheit* sind überaus kraftsparend, wie *J. Fries*[100]) schon vor mehr denn einem Jahrhundert erkannt und betont hat, und wie es jedermann alle Tage erleben kann. Insofern war es höchst fruchtbar, *Automatismen, Reflexe* und *Instinkte* einmal von diesem Standpunkt der Kraftersparnis aus zu betrachten. Und was endlich das Walten dieses Prinzipes im logischen, ethischen und praktischen Verhalten des Menschen anlangt, so wurde hierüber so Vortreffliches gesagt von vielen Autoren (ich erinnere nur an die Theologie, an *J. Zöllner, R. Avenarius* u. a.), daß es Eulen nach Athen tragen hieße, wollte man hier weiter noch beweisen.

Die *Geometrie* mit ihrem Prinzip, daß der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten eine bestimmte Linie, nämlich eine Gerade sei, hat hierfür der ganzen Menschheit das Beispiel gegeben, und diese hat es weidlich befolgt in ihrem Streben nach Arbeitsteilung und Zweckmäßigkeit auf den Gebieten des Sozialen, des Staatslebens, des Rechtsverkehrs, in Gesetzgebung, Politik, Handel und Industrie.

Vollständig durchdrungen ist das praktische Verhalten des Menschen von unserem Gesetz, und *Faust* hat wahrhaftig Recht, wenn es ihm als ewiger Gesang aller Stunden in den Ohren klingt: Sparen muß man mit allem . . . Nur wissen wir heute auch, was er noch nicht wußte, warum man sparen muß. Denn wer könnte der Behauptung widersprechen, daß diese allgemeine Parsimoklise eine Notwendigkeit sei: weil sonst der Welt nicht die Dauer gesichert wäre!

Die Wahrheit (im praktischen Verhalten) *sagen, das Rechte tun, logisch sein, das ist das kleinste Kraftmaß im täglichen Leben.* Und so kommt zuletzt unserem Gesetz auch noch eine kolossale *ethische Bedeutung* zu. Ja, Ethik ist gleich wie die Logik nichts anderes als die optimale Kraftersparnis auf dem Gebiet des Handelns und des Denkens. Das Rechte ist so wie das Logische der kürzeste Weg; Lüge und Irrtum sind auf die Dauer der größte aller Umwege und die ärgste Mühsal.

Eine erzstarre, nie versagende, klare Ethik des objektiven Denkens ist damit aufgerichtet, die *Güte* zur Vernunft macht, *Liebe* aus den unklaren Nebeln der Gefühle emporhebt ins reine Licht höchsten Menschentums, die allerdings auch eine unbeugsame *Gerechtigkeit* aus den Weltgesetzen herabholt ins praktische Verhalten der Menschen und unbeirrbar so ein Reich des Guten, des Wahren und Gerechten schafft, nach dem sich freilich nur die mannhaften, innerlich starken und reinen Naturen und die klaren Köpfe sehnen. Denn sie allein haben dadurch zu gewinnen, ihr Widerspiel würde dabei nur verlieren. In dem rein praktischen Verhalten für sich und zueinander haben das die Menschen schon längst eingesehen und als *Wirtschaften* und *Sparen*, als *„kaufmännisches Denken“* die Parsimoklise zu einer Vollkommenheit entfaltet, nach der wir in den rein geistigen Regionen vergebens lechzen. Alle Gesetze, die unsere Analyse im Bisherigen im Gesamtbereich der Erlebniswelt fand, gelten auch für Handel und Wandel und werden von altersher befolgt, nur weigert sich die Menschheit, ihre Gemeingültigkeit auszusprechen oder anzuerkennen, daß sie den wahren Sinn der Intelligenz erst dann wirklich vollständig erfüllen würde, wenn ihr *gesamtes Dasein* dermaßen ökonomisch durchorganisiert wäre, wie es in Wirklichkeit das Leben einer Pflanze oder sonst eines Lebewesens ist. Besonders bemerkenswert ist hierbei, daß gefühlsmäßig oder verkleidet in anderen Formen der Menschengeist stets nach diesem Ziele gestrebt hat. Er wählte hierfür nur Ausdrucksformen, wie die Gebote der Religionen oder eines inneren Sittengesetzes, das Anerken-

nung für tyrannische Forderungen oder andere Begründung als die der historischen Konvention heischte. Die Gebote des Dekaloges, der *kategorische Imperativ Kants*, die Sittengesetze der *Stoa*, jedes der: Du sollst in den vielen Formen der Menschheitsgeschichte vom nackten Fetischismus bis zu dem „equilibre sociale" des positivistischen Kultes, sie haben letzten Endes nie etwas anderes von dem Menschen gefordert, als daß er ein Reich der Logik und inneren Gerechtigkeit errichte, in dem jede Schuld ihre Sühne findet, Lüge und Unwahrhaftigkeit ausgetilgt werden, Ehrlichkeit der gegenseitigen Beziehungen gekrönt sein soll. Man gehe das jüdische, das christliche, das antike, das theosophische, das buddhistische oder chinesische Sittengesetz durch, durchforsche nach Belieben die Ethik *Spinozas* oder *Kants* oder *Nietzsches*, stets beziehen sich ihre gegenseitigen Vorwürfe und Widersprüche nur auf die äußere Einkleidung, auf die „Sprache", in denen ihr Wahrheitsgehalt vorgetragen wird, dieser selbst aber ist allen Religionen und ethischen Systemen der gleiche und kein anderer als die Anerkennung, daß Güte, Wahrhaftigkeit, Reinheit, Erfüllung der Gesetze auf dem geradesten Wege, Ehrlichkeit, Gerechtigkeit allein geeignet sind, um den Beziehungen der Menschen unter sich und zu dem All die geringste Reibung, dafür die längste Dauer zu verschaffen.

Das so hinreißend klingende Wort *Kants*, das die optimale Personifikation christlicher Lebensprägung ist: von dem Sittengesetz in uns und dem Himmel zu unseren Häupten, beide erstrahlend in der gleichen ewigen Gültigkeit, ist beim Lichte der objektiven Idee betrachtet, nichts anderes als die gefühlsmäßige Konstatierung, daß einheitlich äußeres und inneres Erleben dem Gesetz der kürzesten Wege unterliegen.

Was damit jahrhundertlang patriarchalisch und unklar geübt wurde, die Erfüllung einer innerlich empfundenen und von keinem Verstand beweisbaren Forderung, alles auf das Beste zu tun, das hat nun die Menschheit sehr kennzeichnenderweise sich zum ersten Mal bloß auf dem grobmateriellen Gebiet des Geldverdienens ins helle Licht des bewußten Strebens gerückt. In den wichtigsten Fragen des Menschentums, bei den seelischen Werten überläßt man sich nach wie vor einer bloß tastenden, annähernde Erfolge erzielenden Tradition von Urväterzeiten her, an die zu rühren man sich letzten Endes noch immer scheut, aber im „Geschäftsleben", da hat man, so wie man das Selektionsgesetz in die Biotechnik der Zuchtwahl umformte, auch das Ökonomiegesetz auf das schärfste durchdacht und mit Stolz in das praktische Verfahren einer mit wissenschaftlicher Strenge vorgehenden Betriebsführung, genannt Taylorsystem[110]), umgebildet. Wer darüber nicht lacht, der hat keinen Sinn für den befreienden Humor, der die köstlichste Belohnung der schweren Lebensarbeit des Philosophen ist.

Dieses Taylorsystem, für das die Arbeitgeber in dem Maße ihrer Intelligenz ebenso entschieden eintreten, in dem die Arbeitnehmer es in der

dumpfen Besorgnis, dadurch unbillig ausgebeutet zu werden, ablehnen, hat heute schon seine große Literatur, namentlich in den angelsächsischen Ländern. Eigentlich ist es eine Wissenschaft, wenn auch ihr Urheber gleichen Namens in Amerika ein Metalldreher, also reiner Praktiker war. Von ihm sind vier Hauptsätze aufgestellt: 1. Die Leiter eines Betriebes (Fabrik, Werkstätte, kaufmännischer Betrieb) entwickeln für jedes Element der Tätigkeit ein System der günstigsten Leistung. 2. Danach erfolgt eine Auslese der Kräfte, die geschult und besonders belehrt werden. 3. Die Leitung geht stets Hand in Hand mit den Arbeitern. 4. Es erfolgt eine Teilung von Arbeit und Verantwortung zwischen den Leitern und Arbeitern. Diese vier Sätze sind nun, wie jedem Kenner der objektiven Philosophie gleich auf den ersten Blick einleuchtet, *nichts anderes als die Einführung der objektiven Philosophie in das industrielle und kaufmännische Leben. Die uns wohlbekannten Gesetze von Funktion, Optimum, Selektion und kleinstem Kraftmaß werden hier gelehrt — der praktische Geschäftsbetrieb wird „biologisiert", d. h. in einen Organismus verwandelt, für den auch die Gesetze des Organischen gültig sind. Nur ist das alles erst unvollkommen, beiläufig erfahren und nur halb durchgedacht und muß Widerspruch finden und tatsächlich zur platten Mechanisierung und Ausbeutung führen, die man ihm vorgeworfen hat, wenn man nicht auch die Gesetze der Integration, der übereinander geordneten Stufen der Arbeit und das der Harmonie zwischen den einzelnen Teilen in die Betriebe einführt, die erst deren Organisation auch organisch und damit auf die Dauer fruchtbar und erträglich machen.* Wohl konnten die Taylorianer darauf auch jetzt schon verweisen, daß durch ihre Methode eine bestimmte Arbeit (Materialverladen) von täglich 12 Tonnen Leistung auf 47 Tonnen gesteigert und auf diesem Leistungsniveau auch durch drei Jahre hindurch erhalten werden konnte. Und welcher Unternehmer könnte der Wucht solcher Argumente widerstehen? Es ist daher nur selbstverständlich, daß diese Methode alsbald (seit 1909) in verschiedene amerikanische Staatsbetriebe eindrang und maßloses Aufsehen in der Welt der praktischen Menschen erregte.

Das System behauptet von sich, in 100 Punkten wohltätig für die Arbeiter zu wirken. Und tatsächlich konnte sein Urheber — der 26 Jahre Erfahrung für sich in Anspruch nahm —, als er sein Verfahren, das er als Steigerung von 12 veränderlichen Funktionen ausprobierte, auf das Problem der Stahlschnittgeschwindigkeit anwandte, sofort eine Erfindung (Schnelldrehstahl) machen, die eine Umwälzung im Werkzeugmaschinenbau mit sich brachte. Andererseits wendeten die amerikanischen Gewerkschaften auch ebenso 100 Punkte ein, die gegen das System sprachen, von denen z. B. wichtigere sind: dieses Arbeitsverfahren mechanisiere die Menschen noch mehr, als es mit der Industrialisierung ohnedies unvermeidlich sei, das Bonussystem (Teilnahme der Arbeiter an den Erträgnissen) verleite

die Schaffenden zu einem Raubbau an ihrer Kraft, das Taylorsystem sei unverträglich mit dem „gewerkschaftlichen Geist“, es werde auf diese Weise bald keine Facharbeiter mehr geben und dergleichen mehr. Uns ist es ganz selbstverständlich, woher diese Vorzüge und unleugbaren Nachteile (wenn auch die obigen Einwände nicht in allem stichhaltig sind) des gegenwärtigen Taylorsystems rühren. Es war für den objektiven Denker von vornherein zu erwarten, daß jemand, der mit den Prinzipien der Funktion und der aus ihnen folgenden Gesetze an irgendein Schaffen herantritt, darauf sofort vom Glück des biotechnischen Erfinders begünstigt sein muß. So ging es uns selbst, und so muß es jedem gehen, der im Geiste der objektiven Philosophie an die Dinge und die Technik herantritt.

Ebenso selbstverständlich aber ist es auch, daß ohne die Einführung der *Harmonie* zwischen den Leistungen, zwischen Arbeiter und Leiter, Arbeitnehmer und Arbeitgeber es gerade durch die Steigerung und Optimalisierung gewisser Leistungen zu einer immer krasseren Einseitigkeit und Belastung kommen muß und die Betriebe ihr Optimum als Ganzes nie erreichen können. Erstaunlicherweise hat noch niemand, trotzdem die Gedanken der objektiven Philosophie nun schon seit einiger Zeit ausgesprochen sind (im besonderen in dem in technischen, also mit dem Taylorsystem hervorragend vertrauten Kreisen in Tausenden von Exemplaren verbreiteten Werk über die technischen Leistungen der Pflanzen), bemerkt, daß das ganze Taylorsystem nichts als eine elementare und noch unvollkommene Anwendung der objektiven Philosophie auf die Industrie, im weiteren Sinn auf die menschliche Arbeit ist. In dem Augenblick, in dem man diesen Zusammenhang herausfinden wird, hat man auch das Mittel in der Hand, um die Nachteile, die diesem Arbeitssystem anhaften, und die daher zum Teil nicht ohne Recht erhobenen Einwände gegen seine jetzige Art zu beseitigen, indem man das Wichtigste: die Harmonisierung, zu diesem System der Selektion und Ökonomie hinzufügt. Aus der objektiven Philosophie wird man es lernen, daß nicht nur die Glieder jedes Betriebes in einer *Enharmonie* stehen müssen (siehe hierüber das folgende Kapitel), sondern auch diese selbst in Harmonie zum Volks- und dadurch zum Weltganzen. Erst dann ist das *organische Arbeitssystem*, denn so und nicht nach dem Zufallsnamen einer ersten praktischen Einführung sollte man es nennen, vollendet und wird restlos auf dem Gebiet der Arbeit den Begriff des Optimums erfüllen und die Hoffnungen wahrmachen, die man darauf gesetzt hat.[102])

Es hätte weder des Scharfsinnes eines *Taylor* noch erst des Auftretens der objektiven Philosophie bedurft, um zu diesem Resultat zu kommen, wenn man nur auf den so einfachen Gedanken verfallen wäre, sich aus der *Biotechnik des Organismus* das Vorbild der Arbeitseinrichtungen zu nehmen. Im besonderen ist wieder die Pflanze eine ideale Verkörperung des

Taylorismus ohne seine Nachteile, so daß man schon von diesem Gesichtspunkt aus jeden Unterricht in der kaufmännischen, technischen, staatswissenschaftlichen, sozialen, überhaupt organisatorischen Praxis mit einer genauen Kenntnis der Organisation der Pflanze und Tiere beginnen müßte. Die Pflanze kennt z. B. nur normalisierte Leistungen, d. h. das Optimum der Arbeitsformen. Alles in Energie und Materialverbrauch (also Leistung und Spesen) vollzieht sich in ihr nach dem Gesetz des geringsten Widerstandes. Das *Bonussystem* ist in Gestalt der funktionellen Auslese (bessere Ernährung der besser Arbeitenden) automatisch wirksam, und — was bei dem Taylorsystem der Menschen als einer Blüte des menschlichen Egoismus nicht der Fall ist — in idealer Weise kommt in der Pflanze jede Mehrleistung der Einzelbetriebe der Gesamtheit, also dem Staate zugute.

In der Pflanze sieht man dem Verhältnis zwischen Arbeiter und Leiter nicht so gut auf den Grund wie im tierischen Organismus. Dort aber erkennt man sehr wohl, wie die Leiter stets im Einvernehmen mit den Arbeitern tätig sind und in einer streng durchgeführten Arbeitsteilung mit verteilten Kompetenzen und unbedingtem Gehorsam wirken. Wer nicht arbeitet, wird im Organismus ausgesperrt und verhungert unbedingt. Nur in einer Beziehung unterscheidet sich das System des Organismus von dem *Taylors*. Statt Auslese tritt in ihm die Vererbung in Funktion. Man wird im Betrieb von Pflanze und Tier in den Beruf hineingeboren. Seinerzeit — im *Zunftzwang* — kannte das auch die menschliche Arbeitsorganisation; es wird des ernstlichsten Nachdenkens würdig sein, hierüber neuerdings im optimalen Sinne zu einem Entscheid zu kommen. Jede Leistung wird in Teilarbeiten zerlegt und jede dort ausgeführt, wo die günstigsten Erzeugungsbedingungen sind. Und schließlich: wie günstig die Räume, die Aufstellung der Maschinen, wie optimal das Werkzeug der organischen Betriebe ist, das wurde im Abschnitt über die Biotechnik (vgl. Seite 80) genugsam ausgeführt und ist aus der Betrachtung der Abbildungen 16, 17, 20, 24, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 44, 70 besser zu erkennen, denn aus vielen Worten.

Handel und Industrie haben also mit ihren Schritten zu einem organischen Arbeitssystem begonnen, das Gesetz des Optimums durch das der Kraftersparnis zu erfüllen. Wann wird nun die gesamte Zoësis, wann endlich sogar die Kultur ihr Taylorsystem errichten? Das ist die Lebensfrage der Kulturmenschheit von heute, namentlich die der tief gesunkenen und durch die Ereignisse von 1914 bis 1920 an den Rand des Unterganges gebrachten Völker Europas. Wenn im Hochgefühl des Schaffens in diesem Werk wiederholt darauf hingewiesen wurde, daß die objektive Philosophie die Kraft in sich fühlt, die Welt zu erneuern und aus der Verstrickung des Leides zu lösen, so ist es nun durchsichtig, woher sie diese Überzeugung nimmt, und welche Wege sie dafür angeben kann. Einer ihrer ersten Ratschläge ist es, zunächst einmal das gesamte praktische Leben und dann die Geistigkeit im Sinne des Optimum- und Ökonomiegesetzes durchzuorgani-

sieren.[103]) Das ist die erste Vorbedingung, um auch nur zu den materiellen Grundlagen einer wahren Zivilisation zu kommen, welche erst die Plattform bilden kann für den Bau einer *Kultur*, von welcher — ich mache kein Hehl aus meiner Überzeugung — wir heute weiter entfernt sind denn in vergangenen Zeiten.

Hier zeigt die objektive Philosophie den Weg, um herauszufinden aus dem Barbarischen. Barbarei ist, das Gute sehen und es nicht anerkennen *(Goethe)*. Das führt zu dem zerstörenden Materialismus der heutigen Weltgesinnung.

Wenn irgendwie, so kann nur auf diese Weise der Aufstieg zu einem neuen Idealismus (vgl. Bd. I S. 203) wieder begonnen und dem Sinnlosen des Daseins neuer Sinn gegeben werden. Das ökonomische Denken ist die Weltanschauung der Teleologie und damit die der triumphierenden Geistigkeit über die sinnlose Materie.

Anmerkungen und Zusätze

90 (Zu S. 232). Vgl. *J. Kant*, Kritik der Urteilskraft. (Ausgabe von 1790, S. 266.)

91 (Zu S. 232). ibid. Einleitung S. 20, wo die lex parsimoniae als Sentenz metaphysischer Weisheit zitiert wird. „Dieser transcendentale Begriff einer Zweckmäßigkeit der Natur ist nun weder ein Naturbegriff noch ein Freiheitsbegriff, weil er gar nichts dem Objekte (der Natur) beilegt, sondern nur die einzige Art, wie wir in der Reflexion über die Gegenstände der Natur in Absicht auf eine durchgängig zusammenhängende Erfahrung verfahren müssen, vorstellt, folglich ein subjektives Prinzip (Maxime) der Urteilskraft (S. 22)".

92 (Zu S. 232). Das Hamilton'sche Prinzip lautet:

Wenn T die kinetische und U die potentielle Energie irgend eines mechanischen Systems ist, dann findet die Bewegung so statt, daß die Variation des zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 erstreckten Integrals für alle Nachbarbewegungen verschwindet, minimal wird, die für t_1, t_2 gegebene Lagen haben.

Die enorme Bedeutung dieses Prinzips geht daraus hervor, daß durch seine Formeln sich alle physikalischen Grundgesetze darstellen lassen. In ihm eingeschlossen liegt auch bereits die gesamte Relativitätstheorie von *Einstein*, weshalb eine spätere Zeit eigentlich *Hamilton* das Verdienst hieran zuschieben wird. Als Beweis hierfür haben *Planck* u. a. die Gesetze der *Einstein*'schen Mechanik mit Hilfe des Hamilton'schen Satzes von der kleinsten Wirkung formuliert.

93 (Zu S. 232). Das *d'Alembert*'sche Prinzip deckt sich mit dem von *Gauss* ersonnenen Prinzip des kleinsten Zwanges, das lautet:

Ein Punktsystem bewegt sich stets so, daß der Zwang für die wirkliche Bewegung in einem beliebigen Zeitpunkt (t) kleiner ist, als für alle anderen virtuellen Bewegungen, die im gleichen Moment dieselben Koordinaten und Geschwindigkeiten haben.

Vgl. in der Encyclopaedie der mathematischen Wissenschaften Bd. IV den Artikel von *Nass*, Die Prinzipien der rationellen Mechanik.

94 (Zu S. 233). Vgl. *R. Avenarius*, Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. Leipzig 1876 und *E. Mach*, Die Analyse der Empfindungen. 7. Aufl. Jena. 1918.

95 (Zu S. 233). Vgl. *H. Driesch*, Mein System und sein Werdegang in: Die deutsche Philosophie der Gegenwart in Selbstdarstellungen, herausg. von *O. R. Schmidt*. I. Bd. Leipzig. 1921. S. 56. „Ich schaue gewisse — nämlich die „euklidischen" — Urbeziehungen im Rahmen des Neben als ordnungsendgültig; sie sind das namentlich deshalb, weil sie die ‚sparsamsten' sind."

96 (Zu S. 238). Vgl. *S. Schwendener*, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. Leipzig 1874. — *G. Haberlandt*, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. Leipzig 1879.

97 (Zu S. 244). Vgl. *F. M. Feldhaus*, Die Technik der Vorzeit. Leipzig 1914. S. 690 u. ff.

98 (Zu S. 246). *R. Avenarius*, Philosophie als Denken der Welt. Leipzig 1876. S. III.

99 (Zu S. 247). *Mach*, Analyse der Empfindungen. S. 46.

100 (Zu S. 247). Vgl. *J. Fr. Fries*, Neue oder anthropologische Kritik der Vernunft. 2. Aufl. Heidelberg 1828.

101 (Zu S. 249). Vgl. *F. W. Taylor*, The Principles of Scientific Management. (In deutscher Übersetzung von *R. Rösler*. München 1919.)

102 (Zu S. 251). Natürlich sind gewisse und zwar jene Vorzüge, die sich aus zielbewußter Selektion der Funktionen ergeben, auch jetzt schon von größerem Nutzen ohne Nachteile. So z. B. wenn durch optimale Aufstellung der Maschinen im Sinne des organischen Arbeitssystems in den Heeresbetrieben eine 20% Leistungssteigerung erzielt wurde. (Vgl. dazu übrigens die optimale Aufstellung der Lichtkraftmaschinen im Lager der Lebermoose auf Abb. 34, überhaupt die Ökonomie jener Einrichtungen.)

103 (Zu S. 253). Bestrebungen in dieser Richtung sind in der Philosophie *W. Ostwalds*, aus der z. B. seine neue *Farbenlehre* hervorgegangen ist, und in der leider an der Ungunst der Verhältnisse gescheiterten Bewegung der „*Brücke*", der Gründung des hochbegabten Schweizers *K. W. Bührer* zu sehen, von diesen namentlich die letztere, die eine reine Anwendung des Ökonomiegedankens (Brückenarchiv der Kultur) darstellt (Vgl. *K. W. Bührer* und *A. Saager*, Das Brückenarchiv. München 1920) und ganz sicher heute oder morgen seine Wiederauferstehung feiern muß. Ich kann nicht umhin, der Brückenmethode — in die ich durch ihren Begründer selbst eingeführt worden bin — diesen Zoll der dankbaren Anerkennung zu entrichten, denn ohne sie wäre es mir gar nicht möglich, das Werk der objektiven Philosophie auch nur rein äußerlich zu schaffen.

Das Harmoniegesetz

Definition des Harmoniegesetzes — Unterschied von optimal und harmonisch — Das Kennzeichen der Harmonie ist unbegrenzte Dauer — Analyse des Harmoniebegriffes — Geschichtlicher Abriß seiner Erkenntnis — Pythagoras und Leonardo da Vinci — Der goldene Schnitt und der Kanon des Polyklet — Der Sinn des Harmoniegesetzes — Das Harmoniegesetz im physikalisch-chemischen Geschehen — Die harmonische Schwingung — Harmonie der Töne — Molekulare Harmonie — Chemische Harmonie — Die Disharmonie der Materie zeigt sich als chemische Änderung (Disharmonie der Atome) und Kraftwirkung (Disharmonie der Moleküle) — Die Harmonie im Kristallbau und in der Geometrie — Die Harmonie (Gleichgewicht) der Wärme — Harmonie als Ausgleich — Ihr Mittel: der Kreislauf — Kosmischer Kreislauf — Die Harmonie des Himmels — Das Gleichgewicht der Erdschollen — Der Planetenkreislauf — Kritik der Entropie — Der Kreislauf der Luft, des Wassers — Sein ist stets ein Kreislauf — Beispiele — Der Kreislauf des Stickstoffs, des Eisens, des Kalkes, der Kohlensäure, der Kieselsäure, des Sauerstoffes — Kreislauf der Energie — Alle Beziehungen müssen wiederkehren, sonst wären Gesetze nicht möglich — Die Harmonie im Organismus — Dreifache Harmonie im Organischen — Das organische Schönheitsideal — Intrazellulare Harmonie — Die Kernrelation — Die Regulationen als harmonokline Funktionen — Regeneration als Wiederherstellung der Harmonie — Anpassung als Harmonoklise — Hormone als Mittel der Harmonoklise — Hungerformen und Altersformen — Das Korrelationsphänomen — Die Erscheinungen der Morphallaxis — Die Artenzahl der Organismen als harmonoklines Phänomen — Der Kreislauf des Lebens — Biocoenosen — Der Ausgleich der Faunen und Floren durch Wanderung — Die Tier- und Pflanzenvereine — Harmonische Vereine — Der Wald als harmonokliner Verein — Die Harmonie als biologisches Endstreben — Das Harmoniegesetz des Organismus als Ursache der harmonoklinen Selektion in der Erkenntnis — Herstellung der Harmonie als Weltprozeß — Die Harmonie im praktischen Leben — Erleben als Ausgleichserscheinung — Unser Streben nach dauernder Eingliederung der Einzelerlebnisse in den Bios zwingt zur Harmonisierung dieser Erlebnisse — Daher Harmonie das oberste und Endgesetz aller Erkenntnis — Anmerkungen und Zusätze.

Unsere Analyse des Seins beginnt sich zu vollenden. So sehr wir es aber auch durchgepflügt haben nach allen denkbaren Gesichtspunkten, nichts fanden wir, was so charakteristisch und ausschlaggebend für das Wesen des Seins ist, als daß es „ist".[104]) Zu dem Begriff des denkbaren Seins gehört untrennbar der des „Daseins", und der ist ohne eine zeitlich irgendwie umgrenzte *Dauer* nicht denkbar. Das Ideal des Seins, also in der Sprache älteren philosophischen Denkens: das absolute Sein muß daher überhaupt stabil sein, unbegrenzte Dauer besitzen.

Dieser Begriff der unbegrenzten Dauer ist uns aber in unserer Analyse des Erlebens noch nicht entgegengetreten. Genügt es denn, damit etwas ganz und stabil sein kann, daß es irgendeiner Integrationsstufe angehöre? Nein; das Integrationsgesetz hat offenbar mit der Sicherung der Dauer nichts zu tun. Ebensowenig die Tatsache, daß ein Sein „Funktionen" besitzt, und daß es nach dem kleinsten Kraftmaß beschaffen sei. Erst in der Betrachtungsreihe, als wir die Erlebnisse daraufhin untersuchten, wie sie der Selektion widerstehen, begegnete uns der Begriff der Dauer zunächst als ein Differentialbegriff. Wir haben die Tatsache der Selektion aus denen der verschiedenen Dauer abgeleitet und gefunden, daß die aus der Selektion hervorgehenden Optima *relativ* gegenüber den anderen Möglichkeiten die längere Dauer besitzen. Eine unbegrenzte Dauer kommt eben optimalen Seinszuständen — wie in Bd. I S. 81 ausführlich auseinandergesetzt wurde — nur in dem einen Fall zu, wenn sie zugleich eine absolute Harmonie darstellen. Dieser Begriff wurde des öfteren gebraucht, hat aber noch nicht seine Analyse gefunden. Mit ihr soll daher dieser letzte Abschnitt beginnen, der durch die Erörterung des obersten der Weltgesetze dies Werk vollendet.

*

Was soll unter einer Harmonie in weltgesetzlichem Sinn verstanden werden? Offenbar ein Verhältnis des Seins entweder in der Gestalt, daß durch die Harmonie das Verhältnis eines Einzelseins zu dem Gesamtsein oder das der Teile innerhalb eines Ganzen geregelt wird. Eine Entität, die hiefür in Frage kommt, hat nur zwei Möglichkeiten. Sie ist entweder homogener, einheitlicher Natur oder ein komplexes System. Im ersteren Fall stellt ihre Harmonie jene Beziehung dar, durch die sie innerhalb der Welt (oder des Biosganzen) im Gleichgewicht bleibt und ihr Dauerverhältnis erreicht. Wenn es sich dagegen um ein komplexes System, also eine Vielheit aus ungleichartigen Teilen handelt, dann sind zwei Arten von Harmonie möglich: eine *intrasystemale,* welche die Beziehungen der Teile im Sinne der Dauerhaftigkeit regelt, und eine *extrasystemale,* durch die sich das System zur Umwelt dauerhaft einstellt.

Es ist offenbar, daß die homogenen Entitäten nur die extrasystemale Harmonie kennen. Ihre Harmonie besteht in einer Beschaffenheit, welche der Zerstörung durch die Umwelt widersteht. In beiden Fällen aber muß die Harmonie einem und demselben Gesetze folgen, so daß sich eine gesonderte Betrachtung der beiden Harmoniearten erübrigt. Sie stimmen im wesentlichen darin überein, daß *Harmonie ein Verhältnis innerhalb einer Mannigfaltigkeit ist. Ohne Mannigfaltigkeit ist keine Harmonie möglich.* Allerdings braucht sich die geforderte Vielheit nur auf eine Zweiheit zu beschränken. *Andererseits ist Harmonie ohne den Begriff der Umgrenzung nicht zu denken.* Das Maßlose ist darum ein innerer Widerspruch zum

Harmonischen. Eine Regelung der Teile ist nur innerhalb einer Endlichkeit denkbar. Darum sind auch alle harmonischen Wesen, also z. B. Kristalle oder Organismen als „Individuum“ gestaltet, d. h. in ihrem Wachstum begrenzt. Aus diesem Satz folgt übrigens, daß wenn das Weltall als harmonisch gestaltet angenommen werden soll, es auch als endlich angenommen werden muß, was sich mit neueren Vorstellungen der kosmischen Physik bekanntlich sehr wohl deckt (vgl. Bd. I S. 85).

Welcher Art aber kann die Regelung der Mannigfaltigkeiten durch das Harmoniegesetz sein? In der alten Definition der Harmonie durch *Philolaus*, den Pythagoräer, steckt bereits ein Hinweis darauf, trotz des darin sich äußernden mythischen Denkens wohl kenntlich, wenn er sagt: „Aus Streitendem und Entgegengesetztem besteht das Seiende, und darum hat es billig Harmonie in sich; denn Harmonie ist des Vielgemischten Einheit und des Zwieträchtigen Zusammenhang.“ Oder wenn in der wichtigsten aller Harmonielehren, der des *Pythagoras*, immer wieder betont wird, daß in den Naturerscheinungen vernünftige Ordnung, Zusammenstimmung und Gesetzmäßigkeit walte, weshalb sie in Maß und Zahl ausgedrückt werden könnten.

Aus diesen Definitionsversuchen leuchtet bereits hervor, wie auch aus der modernen, allerdings ins bloß Ästhetische verflachten Definition, wonach Harmonie die wohlgefällige Übereinstimmung der Teile eines zusammengesetzten Ganzen sei, daß es sich dabei um ein statisches und nicht um ein dynamisches Verhältnis handeln kann, um ein Maßverhältnis der Teile, das Stabilität hervorruft, also nichts anderes als ein Mittel zur Herstellung von Gleichgewicht sein kann.

Harmonie erscheint mithin als ein zur Stabilität befähigender Ausgleich der Teile oder, vielleicht noch konziser gesagt, als ein Gleichgewicht der Relationen und bewirkt daher Ruhe (Stabilität). Damit ist auch das Verhältnis von Harmonie und Optimum geklärt. Denn es ist mit ausgedrückt, daß Harmonie ein Verhältnis von Teilen eines Systems sei, die dadurch zu ihrem Optimum kommen, wodurch auch das Optimum des ganzen Systems angenähert wird. *Harmonie ist eine Bedingung des Optimums,* aber nur aus den Beziehungen optimaler Teile zueinander kann jene höchste Harmonie entstehen, welche die absolute Dauer und damit das vollständige Sein gewährleistet. In diesem Sinn ist also die Dauer nicht so sehr ein Kennzeichen des Optimums als der Harmonie.

Alle diese Vorstellungen haben sich dem menschlichen Denken schon längst aufgedrängt, und es ist überaus kennzeichnend, daß jenes bemerkenswerte sechste Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, mit dem überall auf Erden eine wahre Epoche der Erkenntnis begann, gleich mit dem ersten Aufdämmern philosophischer Selbstbesinnung der Menschheit den Harmoniegedanken bescherte, der sie trotz aller Wandlungen und dem Verfall der Philosophie bis heute nicht mehr verlassen hat, sich sogar zu einem der grundlegenden Begriffe der Lebensgestaltung, wenigstens in der *Kunst* ent-

wickelte seit jenem *Kanon des Polyklet* (Abb. 113), der, immer wieder verloren und immer wieder entdeckt, die Menschheit von den Griechen bis *Leonardo da Vinci* und den Renaissancekünstlern mit unsterblichen Werken bereicherte, inzwischen gewandelt auf die *Musik* übersprang und durch sie allen zerstörenden Mächten des Lebens ein Gegengewicht hält, das sogar der heutigen Verwüstung des Menschentums gegenüber sich hoffentlich bewähren wird, bis die *Philosophie des harmonischen Lebens,* welche die objektive Philosophie so recht eigentlich ist, so weit Wurzel gefaßt und Verbreitung gefunden hat, daß sie ihr mit Erfolg zu Hilfe an die Seite treten kann. Dieser *„goldene Schnitt"*, der dem griechischen, von *Leonardo* wiederentdeckten Kanon zugrunde liegt, lautet in seiner bekanntesten Form: *Harmonisch sei das Verhältnis der Teile, wenn der kleinere Teil zum größeren sich ebenso verhalte, wie dieser zum Ganzen.*[105])

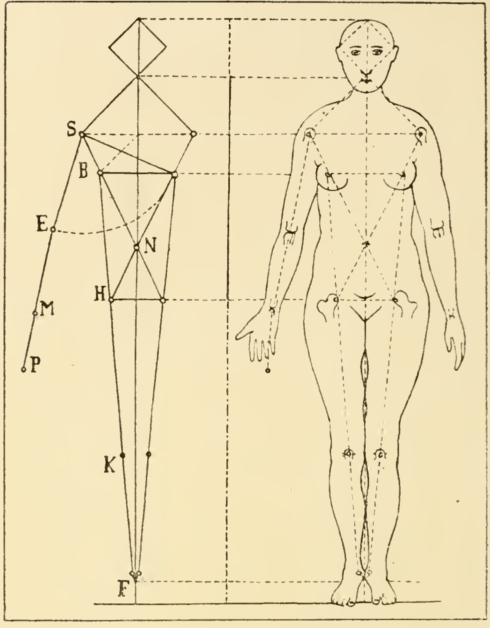


Abb. 113. Der Kanon der Proportionen des menschlichen Körpers. Idealer Bau eines Mädchens, das den „Goldenen Schnitt" in allen Körpermaßen verwirklicht. Man beachte im besonderen das Verhältnis von Beinen, Abdomen, Thorax und Kopf, sowie die Armlänge. Nach G. Fritsch.

Angeblich entsprachen an der Statue des Doryphoros des *Polyklet* die menschlichen Proportionen diesem Maßverhältnis[106]), jedenfalls diente diese Statue in edelster Harmonie vielen Generationen von Künstlern, die das Ideal der Antike hochhielten, als „Kanon", der freilich in der Linie: praxitelische Schule bis *Thorwaldsen, Canova* und den Nazarenern zu einer Kurve der Verflachung wurde, während er in der Baukunst (z. B. Verhältnis bei Türen und Fenstern, angemessen der menschlichen Proportion, daher mit ihr harmonisch) und im Kunstgewerbe (recht naheliegend auch in den Formaten von Schriftstücken und Büchern), überhaupt als „biologisches"

Format in allem, was mit dem Menschen zusammenhängt, seine Bedeutung bis heute unverändert behalten hat und für alle Zeiten auch behalten wird.[107]) Eine der großen *Konstanten des Seins* (gleich der Gravitationskonstante usw.) ist darin gegeben, die sich auch in zahllosen Verhältnissen der Natur wiederfindet und schon dadurch unwiderleglich beweist, daß ihr eine Notwendigkeit, sowohl in den menschlichen Proportionen, wie außerhalb dieser zugrunde liegt und nicht eine ästhetische Konvention, wie es die geläufige Auffassung des Harmoniebegriffes voraussetzt. Die objektive Philosophie sieht diese Notwendigkeit in der Dauerhaftigkeit der harmonischen Formen und Verhältnisse. Um es gleich vorweg zu nehmen: ihr Denken mündet in der Hypothese, daß, wenn, wie hier behauptet wird, die harmonische Beziehung aus allen Teilen des Weltsystems hervorleuchtet, sie auch dem Ganzen eignen müsse, da doch die Teile eines Gesamtsystems nur dessen Gesetze wiederholen (Konsequenz des Integrationssatzes vgl. Bd. I S. 260). Es ist also, wenn das Erstere zutrifft, *die Annahme möglich, daß Harmonie gewissermaßen der Sinn der Welt, der Endzweck des Weltprozesses sei, um dadurch ihre Dauer zu erreichen. Mit anderen Worten, das Sein ist für uns ohne Harmonie nicht denkbar.*

Zunächst sei im Verfolg dieses Gedankens daran erinnert, daß die harmonische Beziehung durchgängig die gesamte Mechanik durchzieht. Alle Bewegungen, die zur Bildung stabiler Systeme führen, zeigen immer ein bestimmtes Verhalten nach einem Bewegungsprinzip, das die klassische Mechanik in die Formel gekleidet hat, daß jedes freie materielle System seinem Ausgleich zustrebe, worunter sich die Statik nichts anders als eine *Gleichgewichtslage* vorstellen kann. In ihr halten alle Kräfte des Systems einen Zustand aufrecht, durch den das freie System keine Beschleunigung mehr erleidet, oder, wenn die Teile Bewegungen ausführen, in dem seine Kräfte in solcher Weise aufeinanderwirken, daß die durchschnittliche Geschwindigkeit jedes Teiles dann konstant bleibt, wofür die Bewegungen am Himmel als anschaulichstes Beispiel dienen mögen.

Es ist ein allgemeines mechanisches Gesetz, daß jede Reaktion (sei sie nun chemischer oder physikalischer Natur), die in einem geschlossenen Gesetz vor sich geht, zu einer Konfiguration des Gesetzes führt, die sich nicht weiter verändert, sondern einen stationären Zustand neuer gegenseitiger Zuordnung, den man im Gleichgewicht befindlich oder harmonisch nennen kann, bedeutet. *Das ganze chemisch-physikalische Geschehen oder, weiter gefaßt, alles mechanische Geschehen ist demnach harmonoklin.* Die einfachsten Experimente zeigen das sofort. Man hänge ein Gewicht an einen Gummifaden. Er wird dadurch gedehnt. Beide Systeme beschleunigen sich, aber der Prozeß endet mit einem Ausgleich, durch den Faden und Gewicht zur Ruhe gelangen. Alle Systeme streben ihrem harmonischen Ausgleich zu. Das Prinzip der Trägheit erhält sie vor der Störung stationär, das Minimumprinzip regelt nach der Störung den Aus-

gleich selektiv auf dem kürzesten Wege und führt zu neuer Harmonie der Teile.[108]) Es ist daher selbstverständlich, daß wir im gesamten Weltprozeß überall die Anbahnung harmonischer Verhältnisse wiederfinden müssen. Es ist also nicht des Beweises halber, sondern nur der Erläuterung und Anschaulichkeit zuliebe, wenn wir nun hiefür einige Beispiele vorerst aus dem anorganischen Naturgeschehen suchen.

Zunächst sei da auf die schon ausführlich behandelte (S. 17 und Abb. 57) *harmonische Schwingung* als einen der häufigsten aller Weltprozesse verwiesen, der durch die Schwingungen der Luft auch die Ursache der *musikalischen Harmonie* ist, deren Empfinden, wenigstens im Kreise der Pythagoräer, der Ursprung des Harmoniegedankens überhaupt war, wie sie denn auch heute noch eigentlich die einzige harmonische Beziehung ist, welche jedermann bekannt und sinnenfällig ist.

Die Töne, hervorgerufen durch die elastische Schwingungen, die demnach das Gesetz der harmonischen Funktion erfüllen, demonstrieren dem Empfinden alle Gesetze des Harmonischen und Disharmonischen im Sinne von Ausgleich und Störung so vollkommen, daß die musikalische Kunst von je das hervorragendste Demonstrationsmittel war, um das harmonische Weltgesetz in die Seelen eingehen zu lassen. Der Ausdruck „Harmonie" hat in der Sprache der Musikwissenschaft den Sinn erhalten, daß man in ihm die Vereinigung mehrerer Töne zu einem Akkord sieht, also Schwingungen, die sich für unser Tonempfinden gewissermaßen die Wagschale halten, während die pythagoräische, überhaupt die griechische Harmonie, nur ein Ausdruck für die *Tonleiter* selbst war. Allerdings ist damit nichts Eindeutiges gegeben, da die musikalische Harmonie sowohl im Gegensatz zur *Disharmonie* jeden Zusammenklang bedeuten, wie den engeren Sinn der *Konsonanz* haben kann (Durakkord, Mollakkord). In allen Fällen aber wirken harmonisch zueinander nur die Töne, die im Verhältnis des goldenen Schnittes zueinander stehen, so daß auch hier das allgemeine harmonische Weltgesetz der ganzen Erscheinung zugrunde liegt.

Im Sinne von Gleichgewicht und Störung wirkt auch das Harmoniegesetz im *Gleichgewichtssatz der Wärme* (Theorie von *Prevost*), der besagt, daß ein Körper, der sich in einem luftleeren, für Strahlen undurchlässigen Gefäß befindet, durch Absorption der ihm von dieser Hülle zugesandten Strahlung ebensoviel Wärme erhält, als er gleichzeitig durch Strahlung verliert. Es wird sich also seine Temperatur ohne Störung von außen niemals ändern können. Er befindet sich in einem beweglichen Temperaturgleichgewicht. Hievon ging bekanntlich *Kirchhoff* mit seinen Absorptionsforschungen absolut dunkler Körper aus, die zur heutigen *Quantentheorie* geführt haben.

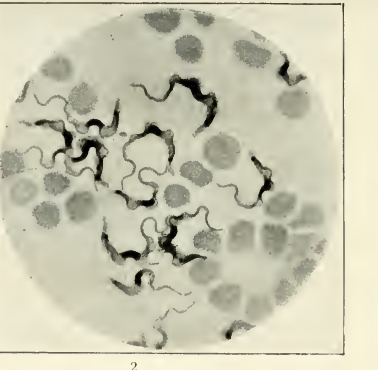
Das Harmoniegesetz ist es auch, dem die chemischen Verbindungen unterliegen, wenn, wie z. B. in der *Benzolringformel* deutlich wird, eine gegenseitige vollständige Bindung, also ein Gleichgewicht der Bestandteile vor-



Abb. 114. Die drei Grazien. Ausschnitt aus dem Gemälde von Franz Bartholomäus van Douven. Gemäldegalerie Cassel



1



2



3

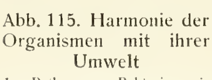


Abb. 115. Harmonie der Organismen mit ihrer Umwelt

1 Pathogene Bakterien in einem Gewebeschnitt. 2 Trypanosomen im Blut. 3 Spirillen in einer Kultur.
Sehr stark vergrößert. In Größe und Gestaltung sind alle diese Organismen genau an ihre Bewegungsart und das Durchdringen der Umgebung angepaßt

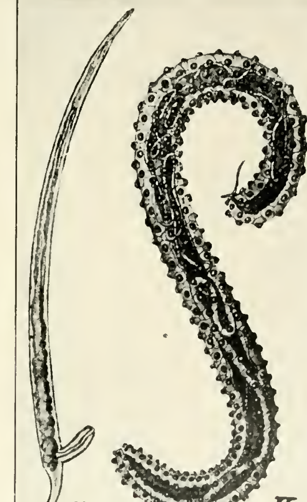


Abb. 116. Disharmonische Gestaltung des Wurmes Sphaerularia Bombi

Der Wurm erleidet einen Vorfall der Scheide (I), durch den sich die gesamten weiblichen Geschlechtsorgane ausstülpen (II) und hypertrophisch entwickeln, sodaß der Wurm an seiner eigenen Vagina nur wie ein Anhängsel klebt. Nach Leuckart

handen ist. Die chemische Umsetzung ist dann die Aufhebung einer durch den Hinzutritt neuer Atome entstandenen Disharmonie, so wie auch Kraftwirkung als eine Disharmonie in dem Zusammenhang der Moleküle aufgefaßt werden kann, die sich auf diese Weise den Ausgleich schafft. Die *Kapillarkraft* läßt sich auch so verständlich machen, daß man sagt, wenn das Wasser in einem Streifen Fließpapier aufsteigt, findet eine gegenseitige Beschleunigung zwischen dem Papier und Wasser statt, die aufhört, wenn die Wirkung der beiderseitigen Kräfte sich aufhebt. Beide Systeme sind in ein harmonisches Verhältnis getreten, sie haben ihren Ausgleich gefunden. Ein solches harmonisches Verhältnis der Moleküle zueinander liegt im *Kristallbau* vor. Daß die Flächen desselben Kristalls und alle Kristalle derselben Art miteinander nach dem *Zonengesetz* (vgl. Bd. I S. 126) im Verbande stehen, beruht ebenso wie das *Parametergesetz* darauf, daß sich die Moleküle in den Kristallen in einem bestimmten, unveränderlichen Gleichgewicht halten, das eben bei Störungen, z. B. nach einem Bruch, unter geeigneten Umständen auch wieder hergestellt wird.

Diese Gesetzmäßigkeit des dauerhaften Ausgleiches einer Mannigfaltigkeit kehrt dann in der Welt der Beziehungen bis ins größte wieder. Sie ist es, die sowohl hinter der Reihe der musikalischen Obertöne (vgl. S. 244) wie auch hinter der *Titius-Bode*'schen Reihe der Planeten, letzten Endes hinter dem Pythagoräismus in allen seinen Auszweigungen steckt, da sie den von *Pythagoras* ersonnenen Ausdruck *Kosmos* als den eines durch Gesetze zu einer Dauer beführten Naturganzen rechtfertigt.

Im Kosmos ist das Prinzip des Ausgleiches in großartigster Weise gegeben, und gerade hier wird in seiner Betrachtung auch das vornehmlichste Mittel dieses Ausgleiches offenbar, durch das sich die Dauer der Welt vom Größten bis ins Kleinste erhält.

Dieses Mittel ist der Kreislauf. An vielen Stellen ist er uns in den bisherigen Betrachtungen schon entgegengetreten, denn er ist unverkennbar in jedem, auch dem oberflächlichsten Erleben. Ausgesprochen ist er nicht nur in den Bewegungen der Gestirne, sondern auch in zwei so großartigen und allgemeinen Phänomenen, daß man sie lange noch nach ihrer Entdeckung für die wichtigsten, grundlegenden aller Naturgesetze gehalten hat, während sie in Wirklichkeit nur Kundgebungen des einen großen Harmoniegesetzes sind.

Gmeint sind das Gesetz von der *Erhaltung der Materie* und das der *Erhaltung der Energie* (vgl. S. 7), die tatsächlich den gesamten Weltprozeß bestimmen. Was sind sie beide als eine stete *Harmonoklise*, geeignet, eine ununterbrochene Gleichgewichtsverteilung herzustellen, durch die die Dauer des Weltphänomens gewahrt wird? In Erscheinung treten sie als *Entwicklung* und Änderung in den Formen der Selektion und des kleinsten Kraftmaßes, ferner als zahllose *Kreisläufe*, denen nachzu-

forschen nicht nur das größte praktische Bedürfnis besteht, sondern auch ein unbeschreibliches Vergnügen bereitet.

Wäre die *Entwicklungshypothese* in den Formen geblieben, in denen sie schon im Jahre 1852 auftrat, als sie von *H. Spencer* begründet wurde, dann wäre sie in den Augen der Menschen stets als ein Ausgleichsvorgang erschienen (wie sie neuestens von der Biologie wieder aufgefaßt wird), dazu bestimmt, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen und dem Sein das Beharrungsvermögen zu sichern.[109]) Von den Kreisläufen sind die kleineren, wie sie in diesem Werk schon gelegentlich betrachtet wurden, die des Wassers (Bd. I S. 175), der Atmosphäre (Bd. I S. 156), des Sauerstoffes (Bd. I S. 148), der Kieselsäure (Bd. I S. 166), des Kalkes (Bd. I S. 167), des Eisens (Bd. I S. 171), des Stickstoffs (Bd. I S. 149), so anziehend und wichtig sie für das praktische Leben in hundert Beziehungen auch sein mögen, doch nur untergeordnet *gegen das wunderbare Phänomen der höchsten Harmonie, die sich in dem steten Kreislauf aller Materie und Energie des gesamten Kosmos ausspricht, was ganz eigentlich in summa das Phänomen aller Phänome, der Weltprozeß selber ist.*

Hier ist die Rechtfertigung des πάντα δεῖ des *Heraklit* und des tiefsinnigen: „Alles ist dauerlos“ der *buddhistischen Lehre.* Die Einwendungen, die man gegen diese Überzeugung ausgesprochen hat, als sie namentlich von dem deutschen Philosophen *K. Du Prel,*[110]) der für die objektive Philosophie auch als einer der Vorläufer der Biotechnik von Bedeutung ist, verfochten wurde, sind durch die neueren Einsichten, wie sie namentlich *Sv. Arrhenius* in seinem „Werden der Welten“ verwertet hat, gegenstandslos geworden.

Es ist „ein ewiger Kreislauf der natürlichen Weltordnung“ gegeben dadurch, daß die kalten und dunklen Nebel die entwerteten Energien speichern und wieder in aktive Energie rückverwandeln. Die unheilvolle Prophezeiung der *Entropie* (vgl. Bd. I S. 78) hat nicht jenen Grad von Gewißheit erreicht, daß sie als Gegengewicht ausgespielt werden könnte, und die Einwände, die *Arrhenius* und *E. Zermelo* gegen den vermeintlichen Wärmetod des Universums erhoben, sind immer stichhaltiger geworden, da nicht daran zu zweifeln ist, daß sich erstens alle Energie im Sonnenstadium zwar entwertet, aber im Nebelstadium ebenso verbessert, zweitens alles Geschehen rhythmisch wiederholt. In dem wahrnehmbaren Geschehen zeigt sich allerdings die Irreversibilität, die Tendenz einseitiger Richtung, die man in dem Satz ausdrückte, daß jedes System seinem wahrscheinlichsten Zustand zustrebe (*Boltzmann*). Aber man bedenke doch, daß damit doch nur das Harmoniegesetz in anderer Form konstatiert ist, wenn die absolute Harmonie als die absolute Dauer angesehen wird. Die Entropie wäre dann ein Aufhören der Harmonie ohne eine Kraft von außen, eine an sich unvorstellbare Vorstellung.

Dagegen zeigt sich die Harmonie als das gesetzmäßig sich erhaltende und regierende Gleichgewicht unverkennbar durch direkte Beobachtung im Weltsystem. Die bekannten „Störungen“ (vgl. Bd. I S. 17) gleichen sich immer wieder aus, und namentlich die Unregelmäßigkeiten der Erden- und Mondbahn kehren immer zum *„harmonischen Mittel“* zurück. Das Sonnensystem führt nur Schwankungen um einen stabileren Zustand aus, wenn auch dieser erst eine zeitweilige und noch nicht die unbedingte Harmonie darstellt, die eben erst dem *Weltsystem* als solchem eignet.

So wie sich in einem bewegten System jedem seiner Teile diese Bewegung mitteilt und in einem Belebten die Lebensfunktion auch den kleinsten Elementen des Systems zukommt, so muß aber dann in einem relativen Sinn aus der Gültigkeit des Harmoniegesetzes für das Weltganze das gleiche auch für jeden seiner Teile folgern. Somit können auch die belebten Systeme im Kosmos nicht ohne die harmonische Regelung der Beziehungen bleiben. Und so ist es auch. *Der Begriff Leben ist von dem der Harmonie untrennbar.* Alle Eigentümlichkeiten der Organismen beruhen auf einem Prinzip der inneren Ordnung, auf einer *Enharmonie* (J. Wiesner), die eine gegenseitige *Korrelation* der Teile so streng bestimmt, daß man keinen von ihnen ändern kann, ohne die Änderung der anderen nach sich zu ziehen. Niemals ändert sich durch die Anpassung nur ein einziges Merkmal, sondern, durch die Korrelation festgelegt, stets ein ganzer Komplex; es erfolgt stets so lange eine Verschiebung sämtlicher Merkmale, bis wieder der Zusammenschluß aller zu einem harmonischen Ganzen möglich und auch erzielt ist. Abbildung 116 ist hierfür ein ausgezeichnetes Beispiel. Dargestellt ist das weibliche Geschlechtsorgan des im Darm der Hummeln parasitisch lebenden Wurmes *Sphaerularia bombi.* Dieser Geschlechtsteil ist enorm hypertrophiert, so sehr, daß das Tier, dem er zugehört, daran nur wie ein Anhängsel sitzt und erst bei genauerem Zusehen entdeckt werden kann. Eine solche abnorme Vergrößerung erfährt eigentlich nur der Eierstock, um die bei der gefährlichen und einseitigen Lebensweise nötige enorme Zahl von Eiern produzieren zu können. Trotzdem nehmen korrelativ an der Vergrößerung auch alle möglichen anderen Zellen, z. B. die Wandzellen des Eierstockes teil, die Zelle für Zelle ein größeres Volumen erreichen, als der ganze Wurm überhaupt erfüllt. So wird das vergrößerte Organ doch wieder zu einer Einheit zusammengeschlossen, die in sich ganz harmonisch ist.

Eine streng eingehaltene Korrelation macht sich schon innerhalb der Zelle bemerkbar. Das Verhältnis von *Bakterium* und Geißeln ist auf das Genaueste abgewogen (Abb. 115), nicht minder interplasmatisch das von Zellgröße und Granulum (vgl. Bd. I Abb. 80), vor allem aber die sogenannte *Kernrelation,* d. h. das Verhältnis zwischen Plasma und Kernmasse, das sich, wenn man es durch eine Amputation stört, oder wenn es durch eine Kernteilung autonom zerstört wird, immer wieder herstellt.

Es ist sehr merkwürdig und verlockt die Phantasie auf Reisen, daß diese Regel der Einflußsphäre des Kernes auf das Plasma durchgängig auch auf den verschiedensten anderen Integrationsstufen wiederkehrt. Man denke nur an die merkwürdige Anziehungskraft, die eine Stadt auf die sie umgebenden Dörfer ausübt, die ihrer „*Einflußsphäre*" in geschäftlichen, sogar oft modischen und kulturellen Beziehungen unterworfen sind. Man kann hieran eine ganz merkwürdige Anregung knüpfen. Ich habe berechnet, daß die Kernrelation der Pflanzenzellen 1:20, 1:24, 1:36 im Durchschnitt beträgt und nie auf größere Werte steigt. Die Einflußsphäre der Hauptstädte dagegen umfaßt das ganze betreffende Land und überrascht mit den Verhältnisziffern von 1:10 für München, 1:13 für Paris, für London gar durch 1:7. Die modernen Großstädte sind also auch in diesem Sinn ganz und gar kein Abbild des Organischen, und es wäre nun zu untersuchen, ob sich darin nicht eines ihrer Hauptgebrechen ausspricht. Frühere Zeiten waren dieser Überzeugung. So behauptete der bayerische Historiker *Westenrieder* in seinen Beiträgen zur vaterländischen Historie um 1800, daß München (das damals 40 000 bis 50 000 Einwohner als Hauptstadt eines Landes von einer Million Einwohner, also eine „Kernrelation" von 1:25, mithin das organische Verhältnis hatte) in Gefahr sei, bei weiterem Wachstum übervölkert zu werden. Wie er, für die Denkungsart der damaligen Zeit sehr kennzeichnend, sagt, würden bei einer Verschiebung dieser Relation zugunsten Münchens dort die Lebensmittel teurer werden als im Land und Bettler, Wirte, Musikanten, Advokaten (!), Agenten sich zu sehr vermehren.

Es wäre im Verfolg dieses Gedankens auch zu untersuchen, wie sich das Verhältnis des Elektrons zu seiner Ladung, das der verschiedenen Kraftfelder zu ihren Kraftzentren usw. verhält, und danach könnte die hier aufgeworfene Frage nach einem *Gesetz* der Einflußsphären wohl beantwortet werden. Ein wunderbares Beispiel dieser intrazellulären Enharmonie waren von jeher die freischwebenden Einzeller des *Planktons*, aus denen *E. Häckel* seine leider nur zu wenig bekannt gewordene Galerie von „*Kunstformen der Natur*" hauptsächlich auswählte, unter ihnen namentlich die Kieselalgen und Radiolarien (vgl. Bd. I Abb. 37, 38, 89) und außer ihnen die Foraminiferen (Bd. I Abb. 58). Wie harmonisch zusammen geschlossen sind doch in einer solchen *Polycystine*- (Abb. 117) oder einer *Actinoptychusschale* (Abb. 118) alle Elemente, wie ästhetisch befriedigend ist das Gesamtbild dieser wohlabgewogenen Architekturen, wenn sie auch bis in die kleinsten Einzelheiten hinein nur von dem Ingenieur als Anpassungen an Festigkeit und Leichtigkeit verstanden werden können.

Häckel sprach mit der an ihm so liebenswert anmutenden philosophischen Phantastik, die sein Denken kennzeichnet, von einem *Kunsttrieb* des Plasmas, eine Vorstellung, mit der objektives Denken allerdings nichts zu beginnen weiß; was in seiner Seele und in denen der Betrachter dieser Wunder-

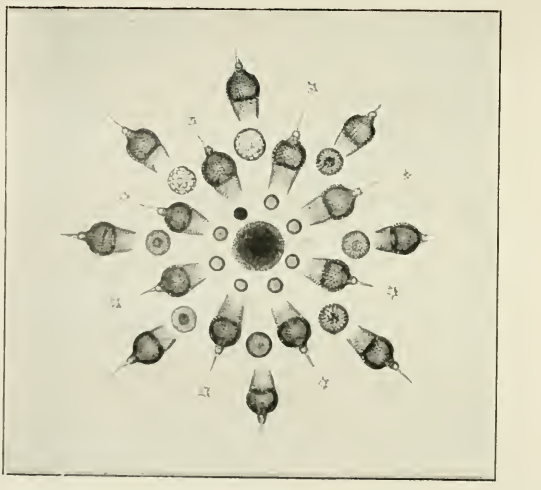


Abb. 117. Rosette von Radiolarien- (Polycistinen) Skeletten, zwischen die morgensternförmige Kieselkörperchen von Schwämmen gelegt sind

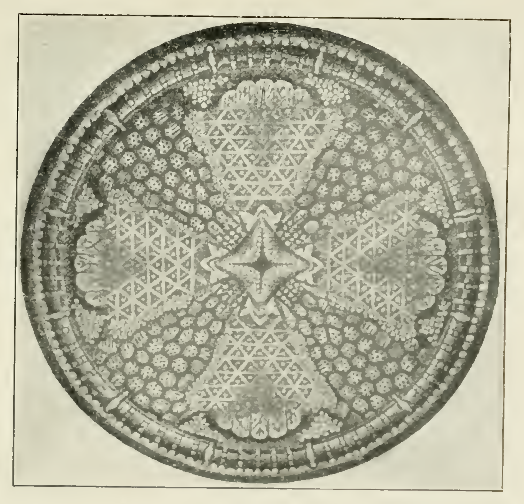


Abb 118. Schale der Kieselalge Actinoptychus, eine technische Meisterform harmonischer Durchbildung ihrer Verstärkungsleisten

Aus E. Häckels „Kunstformen der Natur"



Abb. 119. Harmonische Hochgebirgslandschaft

Die Regel des Goldenen Schnitts im Verhältnis von Vordergrund zum Talschluß, der Firne zu den Wald- und Felsenhängen, der Menschenwerke zur Natur, in der Anordnung der Gebäude usw. Motiv aus dem Ötztal in Tirol. Originalaufnahme von H. Dopfer



Abb. 120. Vorgebirgslandschaft. Moränenhügel in Oberbayern
Ein von der Natur verwirklichter, nach den Gesetzen der Harmonie aufgebauter englischer Park. Originalaufnahme von Dr. Steppes, München



Abb. 121. Natürliche Parklandschaft aus einem süddeutschen Hochmoor



Abb. 122. Eine Rasenbank in den Kalkalpen als Beispiel der Verwirklichung des Harmoniegesetzes durch die Pflanzenwelt

Die Harmonie drückt sich aus im Verhältnis der Vegetationsorgane zu den Blüten, im Verhältnis der Einzelpflanzen zum Standort, in dem der Pflanzen zueinander, im Maß der Rasenbank zu der Kluft, usw.

Dargestellt sind in der Mitte der große Enzian (Gentiana punctata). Vor diesem blüht Edelweiß (Gnaphalium Leontopodium), vor diesem eine alpine Primel, davor hängen einige Wedel des Alpenmilzfarnes (Athyrium alpestre) herab. Links vorn entkeimt der Felsspalte eine junge Latsche (Pinus montana), hinter ihr stehen blühende Alpenrosen (Rhododendron), neben ihnen ein Alpenhabichtskraut (Hieracium), hinter ihnen blühender Steinbrech (Saxifraga). Neben dem Enzian nickt eine weiße Anemone. Von der Felswand kriecht die Alpenrebe (Atragene alpina) herab.

Originalzeichnung unter Benützung eines Gemäldes von Th. Petter.

geschöpfe immer wieder die ästhetische Freude entzündet, das ist eben die Harmonie solcher Erscheinungen, die ja freilich aus der ganzen Natur zum Menschen spricht und die wahre Ursache ist, warum ihn Natur stets wieder von seinen Einseitigkeiten, Verranntheiten heilt, und warum ihr Anblick schon ihm den Frieden und innere Erquickung gewährt.

Das Problem der *Naturschönheit* erscheint durch die Erkenntnis des Harmoniegesetzes nun plötzlich als Ganzes in anderem Licht. *Es wird erläutert und verständlich als ein Verhältnis der Korrelationen. Die Harmonie der Natur wird uns als ihre Schönheit fühlbar.* Woran immer das Auge des Naturfreundes schwelgen mag, sei es der Anblick einer jener lieblichen Parklandschaften (Abb. 121), wie sie für das süddeutsche Trockenmoor so kennzeichnend sind, oder das entzückende Hügelland (Abb. 210), bei dessen Anblick das Herz des Europäers so recht aufgeht, da gerade in ihm sich der ganze Zauber des Wortes Heimat zur Einheit zusammenschließt, oder sei es vor der Erhabenheit des reifen Hochgebirges der Zentralalpen (Abb. 119), die nach übereinstimmender Erfahrung der Bergkenner die schönsten aller alpinen Bilder bergen, an welchem Einzelbild dieser großen Mannigfaltigkeiten er sich nun entzückten Sinnes verlieren mag, sei es die dichterische Anmut einer Schar von Alpenblumen (Abb. 122) oder der wunderliche Formenreichtum einer Schneckensammlung (Abb. 125 und 126), stets fühlt er sich gefesselt von etwas nur der Natur so restlos Eignendem, das den Menschenwerken kaum und, wenn ja, dann gerade nur den Kunstwerken von Ewigkeitswert anhaftet, nämlich von dem Eindruck einer inneren Vollkommenheit voll gesetzmäßiger Bestimmtheit. Stets bietet der Anblick eines Naturgegenstandes eine Mannigfaltigkeit, die wieder harmonisch zur Einheit zusammengeschlossen ist. — Das ist es, was der große Künstler auch erreichen will und nur in seinen begnadetsten Schöpfungen erreicht. Die Korrelation der Teile, seien das nun die Zacken einer Schneckenschale oder die Strahlenkronen von Blumen oder der lichte Schimmer der Firnhäupter gegen das starre Eisengrau der Felswände und das leuchtende Grün der Matten, erfüllt in den Naturbildern stets das Harmoniegesetz, es erzeugt den Eindruck des „Organismus“ und bringt der Seele dadurch die Überzeugung bei, die Welt sei „wohlgeordnet“, sie sei ein „Kosmos“ unverbrüchlicher Beziehungen, in die auch er eingeordnet sei. Und daraus entspringt das Beruhigende aller Naturbilder. Natur macht auch die Seele harmonisch; das sich in sie Einfühlen bedeutet Reibungslosigkeit des Teiles mit den anderen Teilen, denen er in einem Ganzen zugehört. Und so ist der künstlerische Eindruck im allertiefsten Grunde eigentlich ein metaphysischer, oder wenn man es religiös ausdrücken will: es ist der Anblick der Gottheit und ergreift darum die Seele bis in ihrem Innersten. Doch man täusche sich nicht: *Nicht die Natur wiederholt mit ihrer Harmonie das Kunstgesetz, sondern die Kunst ahmt biotechnisch das Gesetz der Natur* nach, indem sie die verborgendsten Urgründe des Seins fühlen lassen kann

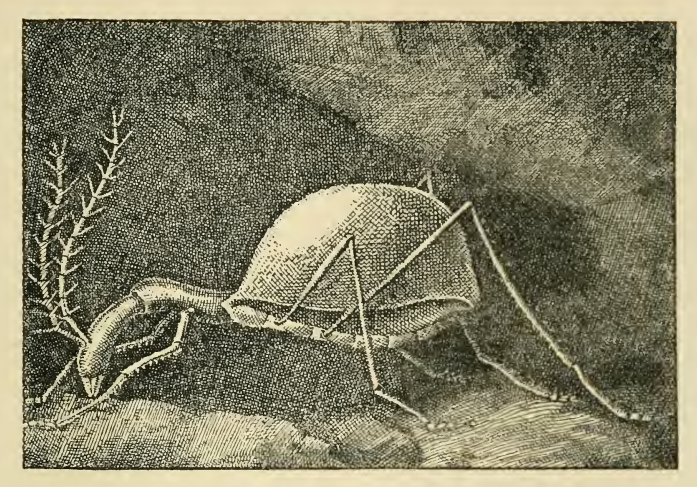


Abb. 123. Der Höhlenkäfer Leptoderus Hohenwartii, ein in allen Höhlen lebendes, blindes Insekt aus der Adelsberger Grotte, etwa siebenfach vergrößert. Original.

in einer Selektion ihrer Mittel, die es dem Beschauer manchmal leichter macht, sich in ihrem engeren Kreis dem Empfinden hinzugeben, als in der überwältigenden und verwirrenden Überfülle des natürlichen Erlebens selbst.

Das ist letzten Endes auch die Ursache, warum die einfachere Landschaft (Abb. 121) meist ästhetisch befriedigender wirkt als die heroische (Abb. 119), warum die kleine Mannigfaltigkeit einer bestimmten Blumengruppe (Abbildung 122) die Sinne mehr entzückt als der Anblick einer ganzen Wiese. Gewiß erschöpfen diese wenigen Andeutungen noch nicht das ganze Gebiet der *ästhetischen Wirkung* — es ist hier auch nicht der Ort, um darauf einzugehen —, aber sie seien als Unterlagen für eigenes Denken dargeboten, das bald erkennen wird, daß die wahren Gesetze des künstlerischen Schaffens und des Kunstgenusses doch nur im Erleben gesucht werden können und dann den Weltgesetzen ebenso untertan sind, wie auch die übrige Geistigkeit des Menschen.

Diese Korrelation der Teile, die nach außen hin der Seele den Eindruck des Vollkommenen gewährt, ist nun in jedem Organismus innerlich die Grundbedingung seines dauernden Seins. Sie ist die wahre Ursache der ungeheueren Mannigfaltigkeit, mit der die Welt des Seienden das Auge blendet. Dabei ist sie keineswegs, wie man in der Wissenschaft allgemein glaubt, auf die Organismen beschränkt. Auch ein Kristall ist durch die ihm innewohnenden Gesetze gezwungen, auf eine in einmal festgelegter Weise gebildete Fläche die anderen entsprechend abzustimmen; auch eine Flüssig-

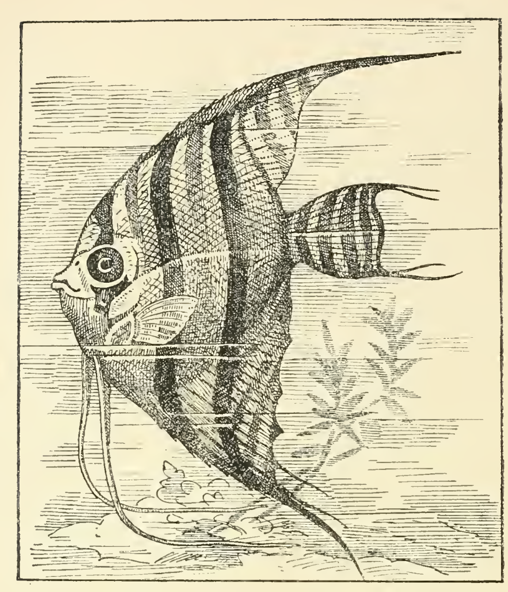
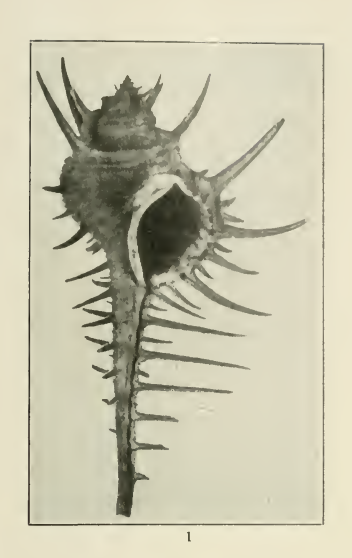


Abb. 124. Pterophyllum scalare, ein südamerikanischer Aquariumfisch. Näheres siehe unten. Nach der Natur gezeichnet.

keit ist genötigt, auf Kräfte, die sie angreifen, einheitlich und gesetzmäßig zu reagieren. Im Organismus freilich ist dieser Zusammenhang angesichts der tausend Beziehungen, welche die kleinsten Teilchen schon aneinander ketten, besonders augenfällig.

Stets wird durch die Korrelation der ganze Organismus gewissermaßen in allen seinen Eigenschaften umgeprägt. Der auf Bild 123 wiedergegebene, häufige blinde Höhlenkäfer *Leptoderus* unterscheidet sich von dem Durchschnittstypus seiner Gruppe in fast allen Merkmalen, trotzdem sich in seiner Lebensweise ihnen gegenüber nur das Einzige geändert hat, daß er nicht zeitweise wie sie dem Lichte entrückt ist, sondern eben ständig im Dunkeln lebt. Ich möchte sagen, daß er dadurch zu einer *Umharmonisierung* gezwungen worden ist. Er ist vollständig zum Tasttier geworden, dessen ganze Körpergestalt, im besonderen dessen Kopf und erstes Thoracalsegment, dessen Fühler und Beine nun total umgestaltet und in Ausgleich mit den Anforderungen der neuen Lebensweise gebracht sind. Wie sich diese korrelative Anpassung als Ausgleich stets von Fall zu Fall richtet, kann sehr lehrreich an einem Beispiel studiert werden, das in Abbildung 124 wiedergegeben ist. Es handelt sich um den den Zierfischzüchtern neuerdings sehr bekannten Blattfisch *(Pterophyllum scalare C. V.)*, der im Stromgebiet des Amazonas lebt und als überaus schlechter Schwimmer in dem Gewirr der dichten Wasserpflanzen in seiner Heimat zu der Anpassung gezwungen war, blattartig flach wie ein Keil sich durch die Lücken des Geblättes schieben zu müssen. Die Enharmonie forderte dann, daß nun der Zuschnitt des ganzen Körpers geändert werden müsse; die Flossenstrahlen sind treppenförmig angeordnet, die Bauchflossen sind völlig weich und überaus verlängert, so daß sie im Dickicht leicht nachgezogen



1



2



3



4

Abb. 125. Das Ebenmaß im Bau der Schneckengehäuse

Man versuche aus der Regel des Goldenen Schnittes den ästhetisch befriedigenden Anblick dieser Naturgebilde zu verstehen. 1 Murex hemispina. 2 Pterocera lambus. 3 Die Variabilität der Tacheadengehäuse. 4 Cassis. Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München



Abb. 126. Die Schale einer Ranellaschnecke, ein Musterbeispiel ebenmäßiger organischer Gestaltung

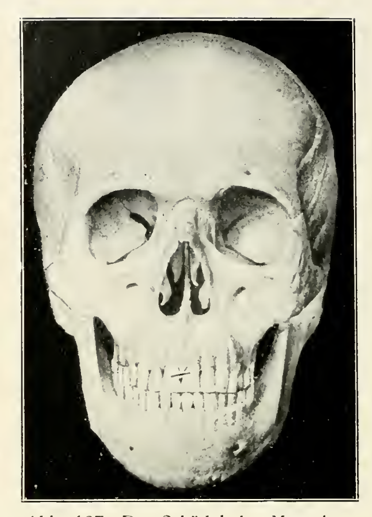


Abb. 127. Der Schädel des Menschen

Die Verkörperung des Goldenen Schnittes in dem Verhältnis von Stirn und animalischen Merkmalen, Sinnesorganen und Gesamtbau, Freß- und Orientierungsorganen. Man beachte auch die Korrelation der Organe. Nach Sobottas Atlas

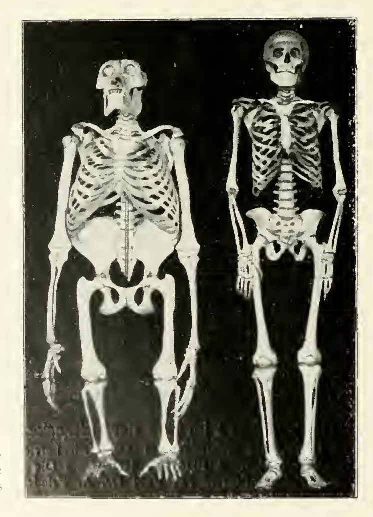


Abb. 128. Skelett des Gorilla im Vergleich zu dem des Menschen

In dem ersteren spricht sich die einseitige, auf Muskelkraft und Klettern gerichtete Anpassung aus, welcher das Knochengerüst harmonisch entspricht, im letzteren die Anpassung an den aufrechten Gang (untere Extremitäten im Vergleich zu den oberen), dadurch Verkümmerung des Brustkorbes, dafür allgemeine Harmonisierung in der Lebensweise.

werden können; genau so umgeändert ist auch die Schwanzflosse, so daß durch die harmonische Umgestaltung das kleine Fischchen sich mühelos durch das dichteste Gewirr hindurchzudrücken vermag. Den Gipfel aller solcher Umbildung und desZusammenschlusses zu neuen enharmonischen Einheiten bewundert aber die Tierkunde seit altersher in den *Staatsquallen (Siphonophoren)*, von denen einige sehr markante Vertreter auf Abbildung 129 ihre Fangnetze ausbreiten. Die Gliederung einer solchen Tiergemeinschaft ist aus der Legende der Abbildung ersichtlich und verrät allein schon ein erstaunliches Maß von Zusammenwirken, wie es sonst nur im geregelten Betrieb der Organe bekannt ist. Eine solche Gliederung in Personen ist undenkbar ohne ein Gleichgewichtsgesetz,



Abb. 129. Staatsquallen (Siphonophoren) als Vertreter organischer Gemeinschaftsbildung. Links die Art *Dicolabe quadricata* aus dem Indischen Ozean, rechts *Halistemma tergestinum* aus dem Mittelmeer. Beide verkleinert. An dem Aufbau dieser Gemeinschaftsgebilde nehmen folgende „Personen" teil: Oben regelt ein luftgefülltes Individuum, der Pneumatophor (Luftkammer) mit den darunter zwei- bis mehrreihig angebrachten Schwimmglocken die Schwimmfähigkeit. Hierauf folgt bei Dicolabe ein Kranz von Tentakeln, unter denen sich die nur zur Fortpflanzung dienenden Individuen (Genitalträubchen) befinden, darunter wieder Tentakeln, die der Nahrungsaufnahme dienenden Freßpolypen mit weitgeöffneter Mundöffnung und ein weitausgebreitetes Netz von Fangfäden mit Nesselknöpfen. *Hallistemma* ist etwas anders zusammengesetzt. Unter den Schwimmglocken sind an einem spiralig gewundenen Stamm eine große Anzahl von Tastern, schützenden schildförmigen Deckstücken, urnenförmigen Polypen und verzweigte Senkfäden mit nesselnden Köpfen zum Fangen der Nahrung angebracht. Dazwischen stehen am Stamm nur weibliche kugelige „Gemmen" mit je einem Ei. Andere Stöcke produzieren nur männliche Individuen. (Originalzeichnung.)

das das Ganze regelt, sowohl im Aufbau wie in der Funktion; denn eines muß da das andere ergänzen und auf jedes Einzelne im Wirken des Ganzen Bezug nehmen. Eine solche Korrelation der Teile und ihr lückenloser Zusammenschluß zu einem harmonischen Ganzen, wie sie namentlich im letztbehandelten Beispiel sich unvergeßlich einprägt, ist also, wie man sieht, der hervorstechendste, allgemeinste Charakterzug des Organismus. Mit den gewonnenen Einsichten im Kopf kehre man jetzt einmal zum Kanon der

menschlichen Schönheit zurück (Abb. 114), man wird nun erst bemerken, daß zur Harmonie eines Ganzen unbedingt *die Geltung jedes seiner, auch des geringsten Teiles dazugehört.* Was darf in der Körpergestaltung des „schönen“ Menschen fehlen, ohne daß nicht sofort der harmonische Eindruck unwiderbringlich zerstört wäre! Deshalb wirkt ein Verkrüppelter oder Verstümmelter unschön, deshalb sucht das Auge, das in der Beurteilung der Harmonieverhältnisse beim anderen Geschlecht ungeheuer geübt ist, in den Zügen und Formen einer als „schön“ geltenden Frau nach der leisesten Abweichung, um sie als Mangel zu empfinden. Was lebt daher nicht alles als Miederfabrikant, Haarkünstler, Schminkenerzeuger, Schuhmacher und Schneiderin, Masseur und Arzt von dem Beruf, die mangelhafte Harmonie der Teile auszugleichen, an sich eigentlich ein grotesker Gedanke, der aber so recht zum Bewußtsein bringt, wie das ganze Leben der Menschen nichts als ein Dienst vor Gesetzen ist, die sie merkwürdigerweise gar nicht bewußt kennen. Sie dienen unsichtbaren und geheimen Gottheiten im Glauben, etwas anderes zu wollen, als was sie wirklich tun.

Die Korrelation der Teile ist so streng gewahrt, daß der französische Zoologe *Cuvier,* ihr Entdecker, das Meisterstück leistete, aus einzelnen Knochen und Bruchteilen des Knochengerüstes tertiärer Säugetiere, deren ganze Form wieder herzustellen und sogar ihre Lebensweise vorherzusagen, eine Prophezeiung, die sich dann an späteren, besser erhaltenen Funden bewahrheitete. Von dieser Rekonstruktionskunst macht die Paläontologie und namentlich die Paläoanthropologie heute ganz selbstverständlichen Gebrauch.

Man zögerte nicht, aus einem Bruchstück eines Schädeldaches, einigen Zähnen und einigen Schenkelknochen sich die ganze Gestalt des *Pithecanthropus* von Java vorzustellen oder aus einem Unterkiefer (vgl. Abb. 39) von Heidelberg einen bestimmten Typus des Urmenschen. Tatsächlich ist, wenn man das Knochengerüst des Menschen (Abb. 128) oder auch nur seinen Schädel (Abb. 127) von diesem Standpunkt aus betrachtet — von dem aus er übrigens der Schönheit nicht entbehrt, — sein Skelett ein lückenloses Ganzes, dessen Teile genau so ineinandergepaßt sind, wie die Glieder der Frau am Kanon der Schönheit. Wenn auch nur eine Einzelheit anders wäre, könnten die anderen davon nicht unbeeinflußt bleiben. So will es das Harmoniegesetz. Und so ist es an Mensch, Tier, Pflanze, Zelle, Kristall, Berg und Weltall durchgeführt. Namentlich an dem Skelett des *Gorilla* auf Bild 128 kann man sich das zur festen Überzeugung einprägen. Der gewaltige Oberkörper erfordert ein massiveres Becken, als der Mensch besitzt, und dementsprechend wieder kolossale Oberschenkel. Wer nur einen Femur eines solchen Menschenaffen sieht, kann, wenn er das Harmoniegesetz des Körperbaues kennt, dazu niemals einen Menschen rekonstruieren, so wie man aus einem einzigen Zahnloch sich ein Bild des Kiefers und von diesem eines des gesamten Schädels machen kann und muß. Und



Abb. 130. Kretinöses Kind (nach Virchow).

das gilt für jeden beliebigen Teil. Es sind daher die in der wissenschaftlichen Literatur im Schwange gehenden Wiederherstellungen fossiler Tiere (vgl. Abb. 61/62) oder von Urmenschen nicht Phantasieprodukte; sie brauchen es wenigstens nicht zu sein, sondern können sich als strengste Wirklichkeit gebärden. Der sehr bekannte und sicher ein ziemliches Maß von innerer Wahrheit in sich bergende Versuch, das Antlitz des neandertaler Europäers von den Toten zu erwecken (Abb. 132), ist eine derartige Anwendung des Korrelationsgesetzes, deren Einzelheiten im Vergleich zu einem Urmenschen der Gegenwart (Abb. 133) nun jeder verstehen und nachprüfen kann, der sich im Sinne des Obigen in diese Abbildungen vertieft.

Seitdem das Wissen das erkannte, bestand die Frage: Wie schafft sich der Körper diese unbedingt gewahrte Harmonie? Das wunderbare Ebenmaß, das ebensogut aus dem Kanonbild wie aus dem Skelett spricht und geradeso für den Gorilla wie für den *Triceratops* (Bd. I Abb. 81) oder den Menschen gilt, wenn man bei jedem nur die Funktionen, denen es dienen soll, bedenkt, kann nicht gut erst das Produkt einer Selektion sein. Der Organismus kann nicht erst disharmonisch funktionieren und solange Schaden erleiden, bis die unzweckmäßigen Formen ausgemerzt sind. Er würde das mit Krankheit bezahlen, so wie das unglückliche kretinöse Kind, das auf Bild 130 nach *Ranke's* anthropologischem Werk wiedergegeben ist, und dessen bejammernswerte Unform sofort auch in dem Nichtmediziner den Eindruck erweckt, es sei krank.

Es war eine merkwürdige Lösung dieser Frage, als sich herausstellte, daß die Harmonoklise der Gestaltung durch bestimmte Sekrete sogenannter *endogener Drüsen* vermittelt wird. Bestimmte Stoffe *(Hormone)*, die neuerdings auch im Pflanzenkörper gefunden worden sind[111]), regeln das Wachstum des im embryonalen Zustand disharmonisch angelegten Körpers im Sinne der Harmonie der Teile; es sind das dieselben Hormone, die durch die Untersuchungen des österreichischen Physiologen *E. Steinach* als Regler des Alterns so viel Staub aufgewirbelt haben. Denn auch das Alter hat seine Disharmonie, wofür ich in dem Bilde eines 117jährigen Papageis (vgl. Abb. 139), ein überzeugendes Beispiel vorlegen kann. Sie wird hint-

angehalten, solange bestimmte Hormone, die eben *E. Steinach* in bestimmten Zellen der Geschlechtswerkzeuge sucht, noch abgesondert werden.

Der Sitz einer solchen harmonoklinen Funktion ist z. B. auch die *Schilddrüse* des Menschen, weshalb ihre Entartung, gemeinhin als *Kropf* bekannt, sich in Störungen der körperlichen Harmonie auswirkt. Auch der Kretinismus, für den Zwergwuchs, Wasserköpfe, eine Disharmonie der gesamten Erscheinung in der auf Abbildung 130 wiedergegebenen Weise die Regel sind, scheint nichts anderes denn eine Störung der harmono-

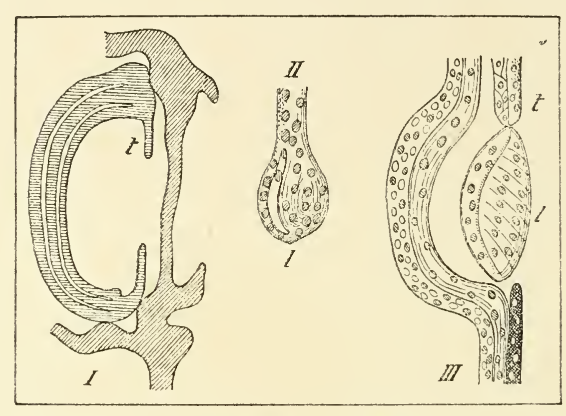


Abb. 131. Die Regeneration der Triton-Linse. I. Schematischer Schnitt durch das Tritonauge, aus dem die Linse operativ entfernt ist. t der Punkt, an dem die Neubildung einsetzt. II. Die Neubildung der Linse. (l) durch die Umdifferenzierung von Zellen der Regenbogenhaut. III. Die Abschnürung der neuen Linse (l) erfolgt erst in dem Augenblick, in dem sie in die Augenhöhle paßt. Nach Wolff.

klinen Kräfte des Organismus zu sein und wird dadurch zu einem Zeugnis der allgemeinen Weltharmonie, allerdings zu einem von erschütternder Art. Es kann aber die Wohlgestaltung des Organismus natürlich nicht von der Existenz gewisser Drüsen allein abhängen; diese Fähigkeit muß vielmehr dem Plasma als solchem schon innewohnen, sonst wäre es nicht möglich, daß sämtliche Lebewesen, auch die allereinfachsten, ihr Wachstum durchaus harmonoklin ordnen, ja das Bewirkende muß sogar der Materie selbst innewohnen, wie der harmonische Bau der Kristalle ebensogut wie der des Weltalls beweist. Die so vielbewunderten teleologischen Leistungen der Organismen gelegentlich der *Regeneration* sind daher in dieser Hinsicht doch anders anzusehen, als dies bisher geschah. Die Erörterung von zwei der markantesten Fälle wird das sogleich beweisen. Der erste, den ich hervorheben will, ist in der biologischen Literatur zur Berühmtheit geworden. Der Schweizer Anatom *G. Wolff*[112]) ging hiebei von folgender



Abb. 132. Versuch einer Rekonstruktion des Menschen vom Neandertal (Homo primigenius)



Abb. 133. Kopf eines Wedda von Ceylon
Die Weddas sind Angehörige der primitivsten Menschenrasse



Abb. 134. Das harmonische Zusammenleben der Mitglieder in dem Waldverein

Jeder füllt in gegenseitiger Anpassung die Lücken des Lebensraumes aus, die ihm gelassen sind. In den Lichtinseln des Hochwaldes machen sich Sträucher breit, dazwischen Kräuter, darunter Moose, während sich das Edaphon auf den Boden selbst beschränkt und des Lichtes kaum mehr bedarf. Naturaufnahme

Sachlage aus: Das Auge der Wirbeltiere besteht im wesentlichen aus zwei Teilen, aus dem Augenbecher und der Linse. Die letztere bildet sich wie alle Sinnesorgane aus der Oberhaut und wird allmählich von dem Augenbecher umwachsen (Abb. 131). *Wolff* schnitt bei einer großen Anzahl von Jugendformen des gewöhnlichen Molches *(Triton taeniatus)* die Linse sorgfältig heraus und konnte, indem er jeden Tag ein Individuum in den aufeinanderfolgenden Stadien der Regeneration untersuchte, den Ablauf der Wiederherstellung lückenlos feststellen. Schon binnen 24—48 Stunden

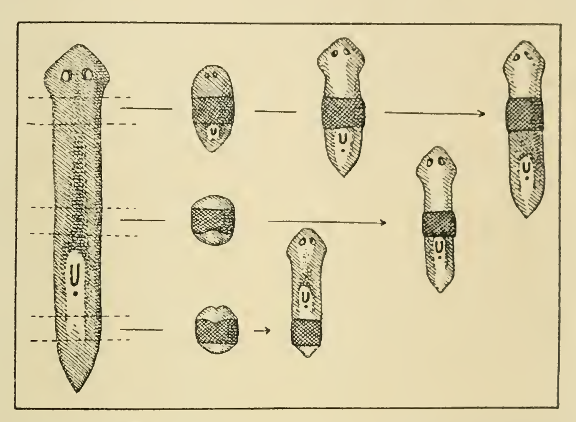


Abb. 135. Die Morphallaxis eines Planariawurmes. Aus herausgeschnittenen Teilen regenerieren neue Tiere stets nach den Gesetzen harmonischer Gestaltung. Nach Morgan.

nach der Operation (siehe die Abbildung) änderte sich der Augenbecher. Weiße Blutkörperchen verzehrten eifrigst den schwarzen Farbstoff, mit dem er ausgekleidet ist, langsam kehrte er, wie man das auch von anderen Regenerationsfällen weiß, wieder in einen Embryonalzustand zurück. Dann bebegann an der Regenbogenhaut eine Zellvermehrung, die zu einer Neubildung der Linse führte, und zwar genau an dem einzigen Ort, der geeignet ist zur Aufnahme einer neuen Linse. Auch erfolgte deren Abschnürung erst in dem Augenblick, in dem sie die Höhlung für sie ganz ausfüllt und daher richtig sitzt. Die Linse wird demnach in voller Harmonie mit dem physiologischen Geschehen neu gebildet.

Noch vielsagender ist der zweite Fall, der zuerst durch die amerikanischen Biologen *Morgan, Ritter* und *Congdon*[113]) erforscht, seitdem wiederholt beobachtet und sichergestellt worden ist. In allen stehenden Gewässern leben die zierlichen, kleinen *Strudelwürmer (Turbellarien)*, von denen ein Vertreter, die Gattung *Planaria* auf Bild 135 dargestellt ist. Die Regene-

ration dieser Tiere ist eine vollkommene. Man kann sie gleich einem Süßwasserpolypen oder einem Regenwurm sozusagen beliebig in Stücke zerschneiden und erhält aus jedem Teilstück doch wieder ein neues Tier. Nur ereignet sich hiebei das Merkwürdige, daß sie nicht so sehr durch Zuwachs wieder ihre Vollständigkeit erreichen, wie vielmehr durch Umgestaltung ihres Inneren, was *Morgan* als *Morphallaxis* bezeichnet. Es bildet sich z. B. der Schlund bei einem solchen Tierchen nach der Operation so zurück wie der Augenbecher der Tritonen. Aber es entsteht dafür *ein neuer Schlund, dessen Größe genau der Harmonie des neuen Gesamtkörpers angepaßt ist!* Auch die anderen Organe passen sich bei der Neubildung harmonisch den geänderten Verhältnissen an, so daß der regenerierte Wurm das vollkommen ebenmäßige, jedoch verkleinerte Abbild des Ursprünglichen ist (vgl. die Abbildung 135). „Wie wenn sich zuerst die Idealgestalt des neuen, kleinen Wurmes bilden würde, in welche sich dann der alte Körperinhalt ergießt", sagt hierüber *H. Driesch,* der Leipziger Philosoph.

In dem wunderlichsten Fall dieser Art wurden durch die Operation anderthalb Strudelwürmer veranlaßt, sich durch Morphallaxis zu einem umzubilden. In dem Kopf waren Gehirn und Augen bereits entwickelt. Die Augen lösten sich auf und bildeten sich aufs Neue in dem Teil des Tieres, der nun dem neuen Kopf entsprach. Das Gehirn aber wanderte dorthin, wohin es das Harmoniegesetz im Bauplan der Strudelwürmer forderte. Jedenfalls geht aus diesen Tatsachen hervor, daß die Harmonoklise dem Organismus als Ganzem, dem Plasma an sich zukommt, *daß jede Anpassung unabhängig von Hormonen und Sonderfähigkeiten bereits harmonoklin verläuft.* Es hat daher *Driesch* etwas in den Gesetzen der Welt Enthaltenes ausgesprochen, wenn er in den Organismen durchgängig Harmonie verkörpert sieht und diese von dem Biologischen untrennbar hält. Sein Begriff der „Gottheit" enthält auch den der davon untrennbaren Harmonie; indem er ihn mit dem des lebensfähigen Individuums gleichsetzt, hat er sich zu der Gleichung bekannt: Lebendes = Harmonisches System.

Das Lebensgeschehen selbst erscheint so als eine Kette von Systemverschiebungen, die man verschieden als Regulationen, Adaptationen, Regenerationen benennt, die aber insgesamt nur den einen Zweck haben, die Harmonie dieses Systems zu erreichen und immer wieder aufrecht zu erhalten. Dadurch wird die Dauer dieses Systems (des Lebens) gewährleistet; der Tod ist das Aufhören dieser Harmonie.

Die harmonische Form ist demnach nicht nur die Dauerform, sondern auch die optimale technische Form, dadurch die „vollkommene Erfüllung der Wesenheit", also integrierend für den Begriff des Seins. Diese Harmonie des Organismus besteht aber nicht nur für das Individuum allein, sondern es regeln sich auch die Beziehungen der Individuen zueinander nach dem harmonischen Weltgesetz. Die Lebewelt ist tatsächlich, wie es auch der französische Religionsphilosoph *Bergson* ausdrückt, insgesamt ein

harmonisches Ganzes. Es spricht viel dafür, in der maßlosen Zersplitterung der Lebensform in Gestaltungen verschiedener Art eines der Mittel zu sehen, um diese Harmonie nicht nur mit der Umwelt, wie sie in der Adaptation ausgesprochen ist, sondern auch untereinander zu erreichen.

Der Sinn des geschichtlichen Werdens erscheint dem Denker unter diesem Gesichtspunkt als das Erreichen der Harmonie im Zusammenleben der Individuen (Soziologie) und der Völker (Politik), um dadurch Dauer zu erhalten. Der Prozeß selbst macht den Eindruck einer Harmonoklise. Denn bevor diese Harmonie erreicht ist, sind nur Durchgangsstadien, also geschichtliche Entwicklung friedlicher oder kriegerisch-revolutionärer Art, fortwährende Verschiebungen, Pendulationen, kurz der ganze geschichtliche Prozeß zu bemerken. Eine Geschichtsbetrachtung, die diesem Gedanken nachgehen würde, führte zu einer noch ausstehenden *objektiven Geschichtsphilosophie.*

Das gleiche muß dann aber auch für die Historie des Lebens, nämlich das paläontologische Werden gelten und erklärt dann sowohl die Typen und Stämme wie die maßlose Zahl der Arten. Beide erscheinen im Lichte dieses Gedankens als die Überbleibsel der fortgesetzten Versuche, unter den so vielfachen Lebensbedingungen und ihrem kosmisch bedingten Wechsel zu der Harmonie mit der Umwelt zu gelangen, ohne die das Leben auf die Dauer nicht bestehen kann.

Tatsache ist, daß alle lebendigen Wesen, wie hier bereits betont wurde, in Gemeinschaften von Tieren und Pflanzen, in *Biocoenosen* oder *Vereinen* und *Formationen* zusammengeschlossen sind, und daß diese so wie die Einzelindividuen stete Wanderungen über die Erdoberfläche vollführen. Ich habe diesem Problem Jahre meiner Arbeitskraft gewidmet, indem ich das *Edaphon,* die Lebensgemeinschaft der im Erdboden lebenden Organismen (vgl. Abb. 23 und S. 80) in allen ihren Zusammenhängen studierte. Auf das klarste sah ich da, wie die einzelne Form dabei nur das Glied eines großen Kreislaufes ist, an dem in diesem Fall Spaltpilze und Algen, Bodenpilze und Urtiere, Würmer und Insekten, höhere Tiere und grüne Pflanzen teilnehmen, und durch den sie zu einem gewissen Ausgleich gelangen. Aber die Grundlage dieses Kreislaufes ist die *Stickstoffassimilation.* Auch im oberirdischen Leben ist das ganze organisierte Sein nichts als eine stete Kette von Kreislaufprozessen, deren Fundament wieder die *Kohlensäureassimilation* ist. Pflanze und Tier greifen auch da wunderbar ineinander und gehören wechselseitig dazu, *daß der große Kreislauf des Lebens erhalten bleibe, der sich würdig an der Materie und der Energie anschließt.*

Gerade aus dem Edaphon erkennt man besonders deutlich die Tendenz des Ausgleiches und der biotischen Gleichgewichtsherstellung durch die Wanderung aller Bodenorganismen über die gesamte bewohnbare Erde. Sie geschieht zwar, wie es auch mit dem Plankton oder mit den Bakterien oder den Pflanzenkrankheiten oder sehr vielen höheren Pflanzen (Ameno-

choren, Kletten, Hydrochoren) der Fall ist, passiv, mit dem Winde oder als Verschleppung durch Tiere; da aber alle diese Organismen durch besondere Verbreitungseinrichtungen wie die Einkapselung (Encystierung) oder Flügeleinrichtungen, Enterhaken u. dgl. an diese Verbreitungsart angepaßt sind, muß man doch wohl sagen, daß sie die Tendenz zum faunistisch-floristischen Ausgleich besitzen. Und dazu kommen zahllose andere Lebensformen, namentlich aus dem Tierreich, die höchst aktiv von Land zu Land ziehen, und dafür sorgen, gleich den wandernden Heringen oder Lachsen oder Aalen, Wanderratten, Staren und vielen anderen Vögeln, Heuschrecken und wandernden Tierherden, daß sich Fauna in Fauna menge und das Lebensgleichgewicht erhalten bleibe.[114]) Ganz entrückt ihrem Willen tront der Ausgleich auch in jener erhabensten Form über ihnen, daß jede Vermehrung und Durchbrechung der faunistischen Harmonie den Tieren, die sich von der „disharmonischen" Art nähren, Gelegenheit zu besonders reichlicher Fortpflanzung gibt, worauf wieder eine schärfere Auslese solange erfolgt, bis das Gleichgewicht neuerdings hergestellt ist. Auf ein Maikäfer- oder Raupenjahr folgt eine Singvögelvermehrung, die das Leben der Kerfe wieder eindämmt. Und so ist überall gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen und die große Harmonie der Natur, deren Anblick zu den reinsten Genüssen und tröstlichsten Erhebungen des Gemütes gehört und das Göttliche des Seins unmittelbar empfinden läßt, ewig erhalten bleibe. Das schönste, tiefsinnigste und unerschöpflichste Beispiel hierfür aber ist der hier immer wieder hervorgehobene Wald, die wahre Heimat von uns Mitteleuropäern, die wir in Organisation, Anpassungen, seelischer Einstellung, in Religion, Sprache, Vorstellungen und Empfinden trotz aller Zivilisation noch immer so richtig das Waldvolk sind. Sein oberstes Gesetz heißt Harmonie, seine erste Existenzbedingung ist gegenseitige Anpassung aller, die in ihm vereinigt sind, und dadurch ein vollendeter Ausgleich, der ihm jene von den Biologen so viel bestaunte Eigenschaft verleiht, daß er von dort, wo er einmal Fuß gefaßt hat, unter sonst gleichbleibenden Umweltverhältnissen nicht mehr weicht, sondern sogar noch diese Umwelt in ihrem Klima, in der Wasserregelung, der Bodenbildung, der Verzögerung der Denudation usw. im Sinne einer ihm genehmen Dauer beeinflußt.

Es ist daher keine Mode und kein Zufall, daß das Bild des Waldes (Abb. 134) in unserer Seele die geheimsten Regungen weckt und sie dem Ewigen gegenüber am weitesten öffnet. Der Wald ist unsere Gesundung in jeder Weise. Auch ohne daß man um den so vielverschlungenen Reigen der in ihm wirksamen Weltgesetze weiß, erfühlt man aus seinem frischen, erquickenden Odem wenigstens das oberste von allen: die Harmonie, die alle anderen in sich schließt. Auch der Naturunkundige sieht, wie sich im Walde die fünf Stockwerke des Hochwaldes, der Sträucher, der Kräuter, der Moose und des Bodenlebens (Abb. 134) miteinander in Beziehung setzen, wie die

einen die anderen erhalten, wie jedes einzelne nur die Lücken ausfüllt, welche die über ihm stehende Integrationsstufe des Seins seinem Dasein gestattet, wie jedes in Form, Lebensweise, Bedürfnissen und Leistungen an das andere, und an das Ganze angepaßt ist, ein Abbild der ganzen Welt im kleinen. — Und wenn er sich alles auch nicht in den Einzelheiten begrifflich zu erklären vermag, so bleibt doch keiner unempfänglich für die gewaltige Wirkung, die dieser reinen und „harmonischesten" Form von Harmonie entströmt, und fühlt es wenigstens künstlerisch oder ergriffen im Herzen: hier webt sich der Gottheit ewig lebendiges Kleid. . . . Und so entläßt uns der Wald mit dem unerschütterlichen Wissen: *Alles Sein ist stets ein Kreislauf,* darum ist alles Sein im Ausgleich begriffen und sucht die große Harmonie mit dem Unendlichen.

Harmonie ist das biologische Endstreben. Gelegentlich der Erkenntnis der verheerenden Wirkung, die die einseitige Anpassungen der Menschen an die Schwermetalle auf seine Seele und seine Lebensführung ausübte (vgl. S. 172) als eine Störung seiner Daseinsharmonie, die sich heute noch auswirkt und die wahre Ursache des Verfalls der Kultur seit hundert Jahren zu sein scheint, drängte sich brennend der Wunsch auf, zu wissen, ob und wie sich eine einmal gestörte Harmonie wieder herstellen ließe. Jetzt, da wir alle die vielfältigen Verknüpfungen und Verknotungen der Weltgesetze wenigstens in großen Zügen zu kennen glauben, kehrt die Frage wieder, behangen mit dem Schwergewicht des Empfindens, daß alles Streben nach Erkenntnis nutzlos gewesen wäre in letztem Belang, wenn gerade auf diese lebensnotwendigste, auf diese Frage aller Fragen sich Einsicht keine Antwort zu verschaffen vermöchte.

Und — auf der Suche nach dieser Antwort hängt unser Blick noch gebannt an dem Anblick des Waldes. Ist das nicht die Antwort selbst? Das lebendige Beispiel, wie man es machen muß, um zur vollendeten Harmonie und dadurch zur Dauer des Ganzen zu kommen! Sagt es nicht, daß es nur den einzigen, allerdings nur mit Überwindung zu beschreitenden, zahllose innere und äußere Opfer fordernden, vor Härten und Mannhaftigkeit nicht zurückschreckenden Weg dafür gibt? *Es gilt, den Weg der Weltgesetze zu beschreiten! Man muß sie demütig und widerstandslos auf sich nehmen,* vor allem die bescheiden machende Einsicht, daß es Integrationsstufen gibt, nicht nur unter den Menschen, sondern auch inter pares und über uns, man muß die das Herz bange schlagen lassende Gewißheit haben, daß Selektion unerbittlich waltet, auch mit uns, wenn wir nicht optimal funktionieren für uns und fürs Ganze: *man muß danach leben, daß nicht unser Glück und dieses Dasein der Sinn des Lebens sei, sondern die Harmonie mit dem Ganzen auf jeder Stufe des Seins, vom Einzeldasein zum Staat, zur Menschheit, zum Weltall und zur ganzen Innenwelt aufsteigend, mit ihrem unermeßlichen Reichtum und ihrer unerbittlichen Forderung!* Man muß die Weltgesetze nicht nur kennen, sondern man muß auch nach ihnen leben.

Demütig muß man sein. *Wir können nicht so leben, wie wir wollen, sondern müssen so leben, wie es das Gesetz unseres Seins vorschreibt!* Wir können dieses Gesetz erkennen — es ist das ewige Sittengesetz, das alle Denker und alle Religionen nur übersetzt haben in ihre Sprachen. Ihm müssen wir nachleben, ihm müssen wir uns voll und ganz hingeben, aus tiefstem Wissen um das Sein. Dann können wir auch gläubig vertrauen, daß wir eingehen werden in das große Mysterium des ewigen Seins, in tausend neue Verwandlungen und Seinsstufen, wenn wir nur erst einmal den Anschluß gefunden haben an die Harmonie mit dem Unendlichen.

*

Harmonie ist im obersten Sinne auch das Maßverhältnis der Gesetze untereinander, das sie gemeinsam zur Dauer führt. Harmonie ist das Endziel aller Entwicklung, das Wort im alten Sinne genommen. Mit dem Erreichen des gegenseitigen Ausgleiches aller Optima schließt erst der Entfaltungsprozeß. Darum ist alles Geschehen nur ein stetes Spiel und Widerspiel von Ausgleichserscheinungen. Einheitlich ist es in dem Sinn (wie das *Aristoteles* und von den neuen Denkern auch *W. Wundt* ausgesprochen haben), daß nichts auf der Welt ist, was nicht auf Bewegungen zurückgeführt werden könnte, die auf dem Streben nach einer Gleichgewichts- oder Ruhelage beruhen. *Herstellung der Harmonie erscheint uns als der Weltprozeß.* Aber — und damit geht das objektive Denken über seine vielen Vorläufer, die mehr oder minder alles das Gesagte über die Harmonie auch schon erkannt haben, hinaus — das alles ist nur notwendige Erkenntnisform des Menschen, die notwendige Art, wie er sich sein Weltbild zurechtlegt.

Sein Leben ist nichts als Anpassung, und Anpassung ist Harmonie des Individiuums zu seiner Umwelt. Deshalb muß ihm Harmonie als sein und seiner Welt Lebensziel vorkommen. Dieses Ideal ist biozentrisch bestimmt. *Der Bios ist aus erkenntnistheoretischen Gründen ein harmonisches System.*

Unsere Erkenntnisselektion unterliegt dem Gesetz der Harmonie, indem wir aus der Welt der Erlebnisse nur das „Menschenbezügliche" selektieren und es „menschlich" verknüpfen. Wir drücken mit allem, was wir sagen, nur „uns" allein aus. Die Weltharmonie ist unsere Harmonie. Und Harmonie mit dem Unendlichen bedeutet nur die Vollendung unseres Wesens. Unser Streben nach *dauernder* Eingliederung der Einzelerlebnisse in den Bios (das Ergebnisganze) zwingt uns zur Harmonisierung dieser Erlebnisse. Deshalb erscheint dem Erkennen die Harmonie als das oberste aller Weltgesetze.

Anmerkungen und Zusätze

104 (Zu S. 225). Die erste scharfe, begriffliche Fassung dieses Faktums gab meinem Wissen nach der Schweizer Philosoph *Rich. Avenarius,* der Begründer des Empiriokritizismus, in seiner „Kritik der reinen Erfahrung" (Leipzig 1888/1890), indem er seinen Begriff der „*Vitalreihen*" schuf und damit das Gemeinsame in den Erlebnis- und in den Lebensprozessen nutzbar werden ließ, indem er zeigte, daß alle Vitalreihen relativ abgeschlossen sind, ihre natürlichen Grenzen (ihr Endglied) besitzen. Das Denken drängt stets nach einem solchen Abschluß (einem Ergebnis), der keine Komponente mehr enthält, die über sich hinausweist. „Jede Vitalreihe ist auf einen abschließenden Zustand gerichtet", hat also eine *Tendenz zur Stabilität.* Daher muß das Erleben, soll es denkbar sein, für uns ein „Sein" haben, und dieses „Sein" hat nur Sinn, wenn man es als „Dauer" faßt. Vgl. auch *J. Petzoldt,* Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig. 1904 Bd. II. — *P. Jensen,* Organische Zweckmäßigkeit, Entwicklung und Vererbung vom Standpunkt der Physiologie. Jena. 1907.

105 (Zu S. 258). Eigentlich ist die *Sectio aurea* die mathematische Aufgabe, eine gerade Linie A B durch einen Punkt so in zwei Teile zu zerlegen, daß der kleinere Teil B C zum größeren A C sich so verhalte, wie A C zu AB. Die Lösung wird erreicht, wenn man auf A B die Senkrechte B O errichtet, welche $^1/_2$ A B lang ist. Ein mit dem Halbmesser gezogener Kreis schneidet die Gerade A O im Punkte p. A C ist dann gleich A p. Dieses Verhältnis entspricht dann etwa dem von 5 : 8. Vgl. *Zeising,* Der goldene Schnitt. Leipzig. 1884.

106 (Zu S. 258). Vgl. *Friederichs,* Der Doryphoros des Polyklet. Berlin. 1863.

107 (Zu S. 259). Vgl. hierzu auch noch *Wittstein,* Der goldene Schnitt und die Anwendung desselben in der Kunst. Hannover. 1874 — auch: *Matthias,* Die Regel vom goldenen Schnitt im Kunstgewerbe. Hannover. 1886.

108 (Zu S. 260). Vgl. zu dem Gesagten die sehr klaren Ableitungen von *A. Cohen-Kysper,* Rückläufige Differenzierung und Entwicklung. Leipzig. 1918. S. 32 u. ff.

109 (Zu S. 262). *H. Spencer* sah vollkommen deutlich den optimoklinen Charakter jeder Art von Entwicklung und sprach es ausdrücklich aus, daß sie Ausgleich suche, genau so wie seinem scharfen Blick klar war, daß Selektion nur ein Reinigungsprozeß im Sinne des Optimoklinen sei. Er sagt hierüber: „Wenn die Kraft, die einwirkt, das Gleichgewicht völlig zerstört, dann stirbt das Ungeeignete aus, oder positiv ausgedrückt, es überlebt das Passende." So kommt „eine ständige indirekte Annäherung an den vollkommenen Typus zustande." Der vollkommene Typus aber ist das endgültige Gleichgewicht.

Desgleichen spricht er es aus, daß das Gesetz der Richtung der Bewegung, d. i. die Richtung aller Bewegung, die des kleinsten Widerstandes sei, daß auch die Bewegung rhythmisch sei. Vgl. *H. Spencer,* First Principles.

110 (Zu S. 262). Vgl. *K. Du Prel.* Der Kampf um Dasein am Himmel. Berlin. 1874.

111 (Zu S. 271). Vgl. *F. Weber,* Hormone im Pflanzenreich. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1920). Die Voraussetzung von Hormonen stammt eigentlich von dem deutschen Botaniker *Fitting,* der auch als erster ganz zielbewußt auf die durch Korrelationen bewirkte Einheitlichkeit, also Personalität der Pflanze hinwies.

112 (Zu S. 272). Vgl. *G. Wolff*, Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre. Leipzig. 1898.

113 (Zu S. 273). *T. H. Morgan*, Experimental Studies of the Regeneration of Planaria maculata (Archiv f. Entwicklungsmechanik. 1898). — *C. R. Barden*, On the Physiology of the Planaria maculata, with especial reference to the phenomena of regeneration (Amercian Journal Physiology 1901). — *E. Ritter* u. *F. Congdon*, On the inhibition by artificial section of the normal fission Plane in Stenostoma. (Proceedings of Californian Academy Science. 1900.) Vgl. auch *H. Driesch*, Die organischen Regulationen. Leipzig. 1901.

114 (Zu S. 276). Vgl. hierzu *F. Knauer*, Tierwanderungen. — *A. Wallace*, Die geographische Verbreitung der Tiere. Dresden. 1876. — *W. Kobelt*, Die Verbreitung der Tierwelt. Leipzig. 1902/03.

Die Welt als Bios

Die Formel des Werkes — Die Weltformel der Physik — Ihre „Prinzipe" stammen von einem übernatürlichen Standpunkt — Definition des Massenprinzipes — Das Trägheitsprinzip — Das Kraftprinzip — Das Prinzip der Wechselwirkung — Das Schwerpunktsprinzip — Das Flächenprinzip — Das Entropieprinzip — Das Relativitätsprinzip — Diese Prinzipe sind Erlebnisordnungen — Der Rationalismus stellte ihnen eine Metaphysik als die wahre Ausdeutung des Seins gegenüber — Führt dadurch übernatürliche Faktoren in das Denken ein — *Kant* als Schöpfer des heutigen naturwissenschaftlichen Denkens — Gegensatz zum objektiven Denken — Bios wird geordnet durch die sieben Gesetze der Welt — Die Biozentrik eint Denken und Leben — Relativität des Erkennens, absolute Befähigung zum richtigen Leben — *Hume, Mill* und *Vaihinger* als die Pioniere der objektiven Philosophie — Der Wert der Intuition — Intuition spiegelt nur die Weltgesetze — Der Wert der Religion als Unterwerfung unter das Weltgesetz — Die Formel der objektiven Philosophie: Sie schafft Ordnung im Erleben und hilft dadurch besser leben — Der Ursprung des Leides ist unrichtiges Leben — Das Weltensein als Weltgericht — Das gleiche Gesetz über Allem — Umwelt und Vererbung als Vollstrecker des Leidens — Das Weltbild ist nur Spiegel unseres Lebens — Der Bios ist Selbsterkenntnis —

Natürlich enthält dieses Werk viele Fehler und Irrtümer, deren Ursachen teils in mir, teils in der Zeit liegen. Ebenso natürlich wird es auch im Laufe der Zeiten überholt durch die wachsende Einsicht in die Zusammenhänge des Weltgeschehens. Trotzdem behält es einen dauernden und unvergänglichen Wert: die Einsicht wird und kann sich nicht ändern, daß das Erleben und damit auch das Leben ein ebenmäßiges System ist, in dem die Erlebnisse auf den verschiedenen Integrationsstufen nach den Gesetzen der Ökonomie ihr Optimum erreichen, wodurch allein schon die Unvollkommenen ausgemerzt werden. Und schon diese Einsicht bedingt eine ganz bestimmte Lebensweise, wenn Vorstellung und Erleben reibungslos in sich harmonisch verlaufen sollen. Da ist, auf einen Satz gebracht, der Inhalt eines ganzen umfangreichen Werkes.

*

Die Physik, welche heimlich noch immer den Anspruch erhebt, im Sinne der Physik der alten Griechen die Weltformel in sich zu bergen, ist in diesen letzten Dingen anderer Überzeugung. Sie verzichtet auf die letzte

Selbsbesinnung und nimmt kurzerhand das Sein als eine selbstverständliche Realität und den Intellekt als das unbedingt zuverlässige, außerhalb des Seins stehende, daher zu seiner Erforschung absolut geeignete Mittel, mit dem sie die „Prinzipe“ findet, die den Bau der Welt zusammenhalten.

Es ist eben der naive Sensualismus des *Hobbes* (dem *Newton* anhing) der so denkt und handelt und bis heute noch in Newtons Fußstapfen wandelt. Denn, wenn jemand danach trachtet, „die Resultate ganzer Gebiete auf die kürzeste Formel“, nämlich auf ihre „*Prinzipien*“ zu bringen, in der Hoffnung, diese Prinzipien dann nochmals vereinfachen und zusammenlegen zu können zu einer „*Weltformel*“, in der er dann Ursache, Wesen und Sinn der Welt in die Hand nehmen kann, so hat er dabei vorausgesetzt, er selbst stehe außerhalb der Welt, er hat sich auf einen *übernatürlichen* Standpunkt gestellt (ganz logischerweise beschäftigte sich daher *Newton* auch in gleicher Methode mit „übernatürlichen“ Vorstellungen) und beschreibt das Gesehene von diesem aus. Alles habe eine Masse (*Massenprinzip*), sagte dieser übernatürliche Seher. Die Masse eines Körpers sei unter allen Umständen konstant. Jede Masse sei träge. Ein Körper behält seine Geschwindigkeit nach Größe und Richtung unverändert bei, solange keine Kraft auf ihn wirkt (*Trägheitsprinzip*). Die durch eine Kraft an einem Körper hervorgebrachte Beschleunigung hat die Richtung der Kraft (den Impuls) und ist numerisch gleich der Kraft, geteilt durch die Masse des Körpers (*Kraftprinzip*). Zu jeder Kraft aber existiert eine Gegenkraft, welche gleich groß und entgegengesetzt gerichtet ist. (*Wechselwirkungsprinzip*). Der Schwerpunkt eines Körpersystems bewegt sich so, als wären alle Massen in ihm vereinigt (*Schwerpunktsprinzip*). Ein abgeschlossenes System hat für jede beliebige Achse eine unveränderliche Summe von Flächen (*Flächenprinzip*). In einem halbgeschlossenen System nimmt die Entropie bei jedem Prozeß zu (*Entropieprinzip*). Und dann das letzte und neueste: Sind die Naturgesetze für ein Raumzeitsystem gültig, das sich gegen das erste in gerader Linie und mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, und in welchem die gleiche Lichtgeschwindigkeit herrscht (*Relativitätsprinzip*).*)

Da ist das ganze Um und Auf der Physik beisammen. Und was ist es? Eine Sammlung von Behauptungen; Zusammenhänge, die in der Sinneswelt immer wiederkehren und, wie der Berliner Philosoph *J. Petzoldt* einmal sehr artig sagte, bloß ihre Nützlichkeit, nicht aber ihre *Gültigkeit* durch die Erfahrung rechtfertigen. Wenn jemand meint, das sei alles so, dann hat das den gleichen Wert wie der Inhalt der Sibyllinischen Bücher oder der Apokalypse des Johannes oder die Visionen *Swedenborgs*.

---

*) Eigentlich nur das sogenannte zweite Relativitätsprinzip, während das erste lautet: Sind die Naturgesetze für einen Beobachtungsstandpunkt gültig, dann gelten sie auch für jeden anderen Standpunkt, der sich gegen den ersten in gerader Linie mit konstanter Geschwindigkeit bewegt.

Der Menschengeist hat es auch eingesehen, daß das Bild der Sinne nicht das der Welt sei. Und vor der Wahl, zu sagen: ich weiß nicht, wie die Welt beschaffen ist, denn ich erlebe ja nicht sie, sondern mich, sagte er tapfer ein Drittes. Nämlich er behauptete frei, aus dem Nichts könne „der Menschengeist alles erdenken". Wenn man das *Rationalismus* nennt und als seine Väter *Descartes, Spinoza, Leibniz* und *Kant* verehrt, dann klingt das zwar gelehrt, besagt aber nichts anderes und ist letzten Endes wieder nur eine verfeinerte, mit täuschenderen Masken zugedeckte *Behauptung von der übernatürlichen Natur des Menschen.* Vor der Physik steht dann eine *Metaphysik.* Und was ist die Quelle der Metaphysik? Man drehe und wende die Sache, wie man will, zuletzt kommt doch nichts anderes heraus, als daß der Mensch nach ihr angeblich Fähigkeiten hat, die in der „Physis", das Wort im alten Sinn genommen, nicht vorhanden sind, weshalb er Natur absolut, von außen anschauen kann. Ist das Wissen? Nein. Das ist *Glaube.* Man gebe mir eine andere Definition der Metaphysik als die der Ausübung einer übernatürlichen — verschämt a prioristisch genannten — Befähigung. Die allgemeinsten Prinzipien des Erkennens (reine Anschauung und reiner Verstand) sind für *Kant* doch a priori. Und diese wendet die Physik von heute unbedenklich an. Damit ist das Tischtuch zerschnitten. Physis muß die groben Arbeiten verrichten, sie darf nur mehr „beschreiben". Es heißt jetzt im Banne der Kantischen Lehre: alles Erklären sei nur ein vollständiges Beschreiben. Wirklich kausal erklären könne ja doch nur der Denker auf Grund seines übernatürlichen Menschentums. Seitdem ist selbstverständlich die Naturwissenschaft für jeden Philosophen — und jeder Denker ist heute kantisch erzogen — nicht mehr das ganze Erkennen, sondern erst ein Teil des Wissensmöglichen. Der bessere Teil schlummert in uns. Er ist uns von jenseits der Natur (Metaphysik) mitgegeben.

Dem steht das objektive Denken gegenüber. Es ist weder empiristisch noch rationalistisch, weder an dem Materialismus noch an der Kantischen Metaphysik „orientiert". *Es will nichts anderes als die Lebensidee zu erzeugen aus dem Leben selbst.* Bios, das Leben regiert, nicht aber Logos, das Denken.

Die Aufgabe des Denkens ist Orientierung im Leben, und das Weltbild ist niemals das Ergebnis des reinen Denkens, sondern das des Lebens. In diesem Sinn versuchte ich hier die Erfahrungen äußerer und innerer Art als den Inhalt unseres Erlebens zu zergliedern, und fand darin die sieben Weltgesetze. Das ist darunter zu verstehen, wenn die objektive Philosophie sagt: *Der Bios wird geordnet durch die sieben Gesetze der Welt.* Sie sind eine seelische Notwendigkeit, sie sind die Gesetze unserer Bionomie, damit das Erleben „sein" kann, d. h. Ganzheit und Dauer erhalte. In diesem Sinne unterschreibt sie die erleuchteten Worte des *Spinoza:* „Es ist klar, daß der Geist sich um so besser erkennt, je mehr er von der Natur

erkennt“ und das aus der eminent zoëtischen Intuition seiner Rasse heraus geschriebene: „Alle Wissenschaften haben nur einen einzigen Zweck, auf welchen sie hinzuleiten sind . . . nämlich die höchste menschliche Vollkommenheit zu erlangen.“ [115])

In der *Biozentrik* (vgl. Bd. I S. 35) eint sich Denken und Leben. Was in der Begründung dieses Werkes in dessen erstem Abschnitt vorweg behauptet wurde, ist jetzt, nachdem der große Kreis der Beweisführung geschlossen ist, zur Gewißheit erhoben. Das durch seine Erfahrung orientierte erkennende Subjekt, dessen Vorstellungen von Zeit, Raum und Kausalität relativ, d. h. biologisch bedingt sind, kann nie etwas Absolutes erkennen, sondern stets nur Relationen zu sich. *Zu zoëtischen Zwecken reicht der Intellekt aus.* Er gewährt eine praktisch ausreichende Orientierung durch die aus diesen Vorstellungen zurechtgemachten Gesetze und durch das „Bild der Welt“ und ermöglicht ein biologisch wertvolles, das heißt zur Dauer führendes Verhalten. So ermöglicht sich auch die Harmonie zwischen dem Erleben und dem Verhalten.

Das gilt für jeden Organismus in seiner Zoësphäre. Denn wir sehen an den Anpassungen, Tropismen, Reflexen, Instinkten, an dem Bau und dem Verhalten von jedem Organismus, daß er zu einem hohen Grade dieser Harmonie gelangt, *meisthin zu einem höheren, als der Mensch in seiner Zoësphäre.* Darum können die Organismen uns in vielem immer noch Vorbild sein.

Das Gehirn, das der Mensch im Banne der rationalistischen Philosophien so sehr zu überschätzen geneigt ist, kann dabei nicht ausschlaggebend sein, denn nicht nur, daß es bei vielen Tieren von hervorragenden intellektuellen Leistungen nur einfach und klein ist, wie dies durch das auf Bild 138 dargestellte Bienengehirn bewiesen werden soll, oder durch die minimalen Gehirne von Rädertieren, die von entzückender, geradezu faszinierender Teleologie des Baues sind (Abb. 138), sondern die Pflanzen, an denen sich alle Gesetze des harmonischen Verhaltens, also eines vollendeten Lebens auf den vorhergehenden Seiten immer wieder als dem bevorzugten Beispiel demonstrieren ließen, entbehren des geschlossenen Gehirnes vollständig. Dabei ist doch der Wald ein Organismenverein von Dauer, der nicht nur in sich gefestigt besteht, sondern sogar, wenn er durch Einflüsse, die außerhalb seiner Integrationssphäre liegen, verdrängt wird, als der Sieger der Situation dennoch immer wiederkehrt, was zu beobachten jeder im Hochgebirge genugsam Gelegenheit hat (Abb. 137).

*

Seid bescheidener! sagt dieser Anblick, sagt die ganze Welt zu den Menschen. Legt den Dünkel ab, in den ihr euch verrannt habt, als sei das Denken der Herr der Welt. *Hume, John Stuart Mill* und *H. Vaihinger* unter den lebenden Denkern [116]) haben dem Erkenntnisdünkel ein für alle-

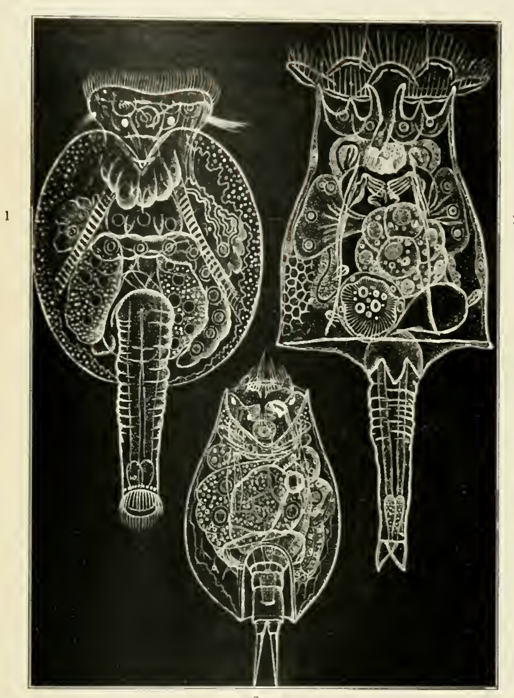


Abb. 136. Die Vollendung im Bau der Rädertiere

1 Pterodina elliptica. 2 Brachionus quadratus. 3 Squamella bractea. Man beachte die winzigen Gehirne (supraoesophagales Ganglion) im Verhältnis zum Körper, dagegen die kolossale Entwicklung der Verdauungs- und Fortpflanzungsorgane (die letzteren bei Pterodina und Squamella), die sich trotzdem zu einer harmonischen Einheit zusammenschließen. Stark vergrößert. Nach der Natur gezeichnet vom Verfasser



Abb. 137. Der Wald als Sieger

Die Geröllströme der Hochgebirgsgipfel verschütten immer wieder den Wald, der trotzdem stets aufs neue Fuß zu fassen versteht in einem Kampfe, in dem zuletzt die Pflanze siegen wird. Motiv aus dem Villnösstal in Südtirol mit dem Saß Rigais im Hintergrunde

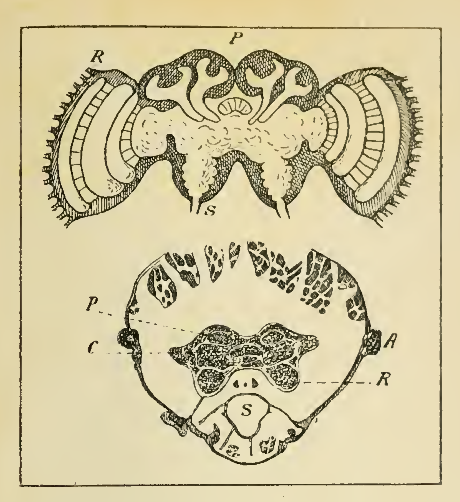


Abb. 138. Das Gehirn der Insekten. Oben ein Schnitt durch ein Bienengehirn, unten durch das eines primitiven Insektes (Lepisma) mit ganz gering entwickelten Ganglien. P pilzförmige Körper, die man als Analoga der menschlichen Hirnrinde betrachtet. Sonst sind vornehmlich nur die Ganglien der Lichtsinnesorgane (R) und der Riechlappen entwickelt. Schwach vergrößert.

mal die falschen Flügel, mit denen er behauptete, ins „Jenseits der Seele“ fliegen zu können, abgerissen, als sie alles Denken und die sogenannte Wirklichkeit in die Sinneseindrücke und ihre Verknüpfung („Sensations and Possibilities of Sensation“) auflösten.

Auf allen Gebieten, zuletzt in den Relativitätsvorstellungen der Physik, hat der Menschengeist lernen müssen, daß *über das Erleben hinaus die Grenzen des Erkennens erreicht sind*, und er hat deshalb *Intuition*, die letzte Hoffnung auf die Autonomie des Denkens trügerisch zwar, aber verzweifelt festgehalten *(Bergson!*[117]). Aber Intuition ist nur ein Wissen ohne Lernen um dieses Gesetz, sie ist dagegen keine Erkenntnisquelle für das, was dem Denken und den Sinnen verschlossen ist. Auch sie spiegelt nur die Weltgesetze wieder, und darum ist auch ihre Welt, nämlich die der Kunst, nur eine Wiederholung der Weltgesetze mit dem auch in ihr geltenden Sein in Integrationsstufen und Funktionen, dem kleinsten Kraftmaß, der Selektion und dem Optimum und vor allem als oberstem auch hier im Banne der Harmonie. Religion aber, die es noch immer versucht, sich dem Erleben gegenüber als eine andere Art von „innerer Welt“ mit „inneren Wahrheiten des Gefühls“ auszugeben, hat auf diesem Wege auch nichts anderes gefunden als „Erlebnisse“. Sie ist keine neue Erkenntnisquelle, sondern nur, soll sie überhaupt Sinn haben, die freiwillige Unterwerfung des Intellekts unter das Weltgesetz als Folge der Einsicht, daß die Gesetze des Ganzen sich im Teil spiegeln müssen.

Freilich sind das alles, was wir vorbrachten, nur relative Einsichten. Aber sie sind die einzige Gewißheit, die dem Menschen überhaupt zugänglich ist. Mehr als eine innere Ordnung seines Erlebens kann er nicht schaffen. Er ist nur Herr in seinem eigenen Haus. Und selbst wenn er auch nicht mehr erreichen mag, schon diese Arbeit belohnt ihn mit wirklichem Segen. Das ist das Alpha und Omega der objektiven Philosophie,

und wir, die wir zu ihr uns bekennen, dürfen nicht müde werden, es zu wiederholen. *Schafft man sich diese innere Ordnung, dann lebt man vollendeter. Ich weiß nichts anderes, als daß ich bin und wie ich bin. Daher will ich auf das beste sein, was ich überhaupt sein kann!*

Das ist das ganze Um und Auf unserer biologischen Philosophie. Keiner geht durch die Welt mit offenen Augen und fühlendem Herzen, dem sich das ungeheuere Leid nicht erschlösse, unter dem alle Zeiten und Völker geseufzt haben, ein Zustand der Menschheit, in dem nur hie und da ein Glücklicher gewesen, sonst aber jede Art von Unglück, Trauer, Leid, Verzweiflung, Krieg und Not unter den Menschen herrscht. Sie sind so verzagt geworden dadurch, daß sie die herrliche, in ewiger Schönheit und strahlender Lebenslust sich stets aufs Neue wiederschaffende Erde ein Jammertal nannten und glaubten, das Leid müsse sein, es sei die Strafe des Lebenwollens selbst.

Eines ist auch ganz richtig, Leid und Strafe sind im innigsten Verhältnis zueinander. Man untersuche, was man will. Ob man nun hinabsteigt in die tiefste Verborgenheit und das leidvolle Zucken der eigenen Seele, ob man blickt auf die stummen oder mit lauten Zungen redenden Leiden der Mitmenschen, das Leid der Kreatur, auf Unglück, Verfall und Krisen der Staaten, die Tatsache des Übels überhaupt in der Welt, man wird immer, wenn man nur hinabdringt zu den letzten Zusammenhängen, die eherne, unverrückbare Gleichung von Schuld und Sühne finden. Ihr beweint euer unverdientes Schicksal! Ihr klagt über schuldlos hartes Geschick. Euer vor Schmerz schon trocken gewordenes Auge sagt mit stummer Verzweiflung: Warum das mir? Warum gerade mir? Immer seid ihr an der Kette der Geschlechter die Schuld gewesen.

Ich nahm das ganze Leid der Menschheit, diesen irren Aufschrei aller Jahrhunderte, diese Kette von Wahn, Torheit, Irrtum, Verbrechen, Blut und Verzweiflung auf mich[118]), und nie habe ich etwas anderes gefunden *als Schuld und ihre Folgen.* Eine unerbittliche Gerechtigkeit steckt im Sein. Die Welt ist zugleich das Weltgericht. An der unzerreißbaren Kette der Generationen rächt sich alles, was gegen die Harmonie und das, was in ihr beschlossen liegt, verstößt. Und wenn die Disharmonie, unter der wir fast zusammenbrechen, oder die als schleichende, innere Krise unser Dasein vergiftet, auch schon von unseren Vätern und Vorvätern in die Welt gesetzt wurde, oder wenn unser Leid nur durch die Disharmonie der Umwelt erzeugt wird, trotzdem wir selbst uns richtig verhalten — überall, unvermeidbar, mit eiserner Notwendigkeit vollzieht sich das Weltgesetz: Was nicht harmonisch ist im tiefsten Sinn, ändert sich. Und da die Lust Ewigkeit will, ist jede Änderung die Quelle von Leiden. Das gilt von kleinsten und einfachsten bis zu den größten Zusammenhängen und den fernsten Himmelsräumen.

Das überalte Tier (Abb. 139), das als groteske Ruine seines Lebens seine Funktionen nicht mehr richtig vollzieht, verwandelt sich ebenso in eine

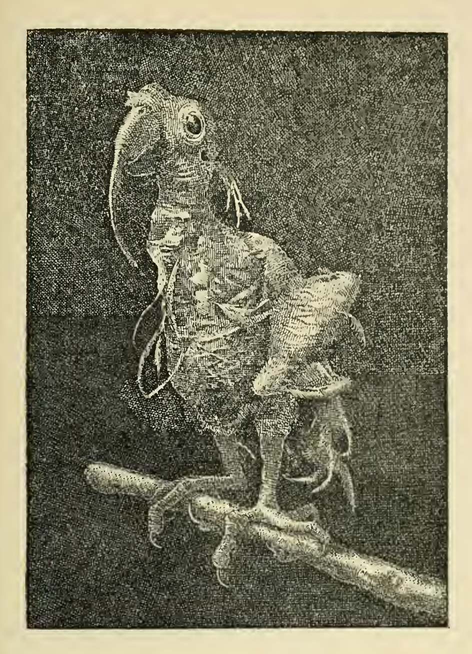


Abb. 139. Ein 117jähriger australischer Papagei, der seit dieser Zeit in ein und derselben Familie gepflegt wurde. Seine Federn sind zum größten Teil ausgefallen (namentlich an den wenig benutzten Flügeln), der Rumpf ist mit einer ledernen, rissigen Haut umhüllt. Da der Vogel seit vielen Jahren sich nur von Maisbrei ernährt, ist die obere Schnabelhälfte zu einem abnormen Haken ausgewachsen. Originalzeichnung.

traurig-lächerliche Karikatur des Lebens, wie der Staat, der gegen die Weltgesetze verstößt; die Wolke, in der unausgeglichene Spannungen mit stummer Wucht das Unwetter zurüsten, steht unter dem gleichen Gesetz wie das arme, sehnsuchtsschwere Menschenherz, in dem Kummer und Hoffnung in ihrem Schattentanz nach Ausgleich ringen. *Was nicht richtig lebt, muß leiden. Und Umwelt und Vererbung stehen düster da wie Vollstrecker unerbittlicher Richtersprüche, damit die Gerechtigkeit der Welt sich vollziehe an allem.*

In einer heiligen Stunde der Erkenntnisse stand ich einst vor den starr drohenden Götterbildern einer versunkenen Welt, von der ich damals ahnte, daß ihr tiefster, nur den Eingeweihten enthüllter Sinn der Kanon war, nach dem sich alles Leben vollziehen muß. Hathor, die liebliche Freundin glücklichen Lebens, lächelte auf den gleißenden Mauern, und Anubis, der schreckliche Richter, blickte eisig; Horus aber, der Falkenköpfige, der die Krone trägt, weil er die Welt beschützt, gab mir die Hieroglyphe des Lebens, die ich mitnahm, denn ich verstand:

Das Weltbild ist nur Spiegel unseres Lebens. Und zuerst muß man den großen Bios verstanden und sein eigen Leben erfüllt haben und ganz Mensch gewesen sein, bevor man reif ist, zu den Göttergebilden, den Kräften der Welt aufzusteigen und einzugehen in jene anderen Stufen von Sein und Erkenntnis, die unser harren nach Erfüllung unseres Menschentums.

Damit nehme ich Abschied von dem Leser und dieser Selbstbesinnung und gehe zurück ins Leben, um es wie er besser zu meistern, als bevor dieses Buch da war.

Anmerkungen und Zusätze

115 (Zu S. 284). In: *B. Spinoza*, Abhandlung über die Vervollkommnung des Verstandes. (Reclam-Ausgabe.) S. 10 u. 11.

116 (Zu S. 285). Der Kreis der Forscher, mit denen sich die objektive Philosophie als ihren Stützen und Vorläufern auseinander zu setzen hat, was allerdings nicht die Aufgabe dieses Werkes sein kann, umfaßt die oft genannten *Kant, A. Schopenhauer, Glogau, H. Vaihinger, F. Nietzsche, E. Mach, R. Avenarius* und *J. Petzold*, die Engländer *J. Stuart Mill, Hume* und *Spencer*, den Begründer des Positivmus *A. Comte* in Frankreich, aber auch nicht zum wenigsten die drei Leuchten antiker Welterkenntnis *Kungh-Tseu* im Osten, und *Pythagoras*, sowie den so lange verkannten *Protagoras* im Abendlande, um nur die größten Namen zu nennen. Außer der schon wiederholt zitierten Literatur sei daher noch besonders verwiesen auf:

H. Steinthal, Einleitung in die Psychologie und Sprachwissenschaft. Berlin. 1881. 2. Aufl. — *G. Glogau*, Abriß der philosophischen Grundwissenschaften. Breslau 1880 bis 1888. 2 Bde. — *J. Stuart Mill*, System of logic, ratiocinative and inductive. London. 1875. 9. Aufl. (deutsch von Schiel. Braunschweig. 1877) (obwohl die objektive Philosophie mit seinem „Utilitarium“ nichts zu schaffen hat). — *D. Hume*, Philosophical works. London. 1874. In 4 Bdn. — (Vgl. P. Thormeyer, Die großen englischen Philosophen *Locke, Berkeley, Hume.* Leipzig. 1915.) — *Faber*, Lehrbegriff des Konfuzius. Hongkong. 1873. — *Natorp, P.*, Protagoras und sein Doppelgänger. 1891.

117 (Zu S. 285). Dieser letzte moderne Versuch, andere Erkenntnisquellen als die Ratio zu eröffnen (abgesehen von der mit wissenschaftlichen Begriffen gar nicht diskutierbaren *Theosophie*) sagt: „Der Verstand hat sich als ein größtenteils falscher Weg erwiesen, des Absoluten, Gottes in seiner ganzen, wahren Wirklichkeit habhaft zu werden. Nicht einmal in die Materie, welcher er doch noch am besten angepaßt ist, vermochte er ganz einzudringen; denn er konnte sie nur als ein System ruhender Größen begreifen, ihre Bewegungen und Beschaffenheiten blieben ihm verschlossen (? der Verf.) So muß noch ein anderer Weg beschritten werden. Das ist die Intuition, das innere Schauen, der bewußt gewordene Instinkt.“ *(E. Ott*, Henri Bergson, der Philosoph moderner Religion. Leipzig. 1914. S. 35.)

Demgegenüber ist Intuition, mit der auch die Theosophie operiert, für das objektive Denken zwar ein Erfühlen des Weltgesetzes; aber nur, weil die Welt nur unsere seelische und somatische Struktur widerspiegelt, ist Intuition (auch in niedrigen Graden) imstande Weltgesetzliches d. h. „Richtiges“ vorzuspiegeln und damit auch „Kunstwelten“ von innerer Wahrheit zu erzeugen.

118 (Zu S. 286). Vgl. *R. Francé*, Die Wage des Lebens. 3. Aufl. Prien. 1922; ein Werk, das ich als eine ethische Ergänzung des „Bios“ gern in den Händen aller derer sehen möchte, die diese Zeilen lesen.

Register zum zweiten Band

(Bearbeitet von Frau A. Harrar-Francé)

20*

DRUCKFEHLER-VERZEICHNIS

Band I.	Seite 161	statt	unwissentlich	richtig	unwissenschaftlich
Band II.	Abb. 23	„	Primularia	„	Pinnularia
		„	Ennotia	„	Eunotia
		„	Stichocollus	„	Stichococcus
		„	Enastrum	„	Euastrum
		„	Cadosporium	„	Cladosporium
	Abb. 49	„	Phryganceen	„	Phryganeen
	Seite 205	„	Tunner See	„	Thuner
	Abb. 85	„	Chaerocampa	„	Pergesa
	Abb. 110	„	Sempervirum Tectorum	„	Sempervivum tectorum
	Abb. 111	„	Scheiden	„	Schneider

